



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL

“Aplicación del mantenimiento productivo total para mejorar la productividad en el proceso de perfilado de metales en el área de perfiles drywall. Empresa Metal Mecánica S.A. Lima 2016”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTOR:

Zegarra Andia, Roberto (ORCID: 0000-0002-8167-6461)

ASESOR:

Mg. Dávila Laguna Ronald Fernando (ORCID: 0000-0001-9886-0452)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA – PERÚ

2017

DEDICATORIA

A Dios, porque a lo largo de mi vida me ha enseñado hacerme cargo de la posible, pues él se encarga de lo imposible.

A mí esposa e hija, por su apoyo incondicional por permitirme disponer de las horas familiares para poder culminar esta nueva etapa académica.

De igual forma a mis padres, a quienes les debo toda mi vida, les agradezco el cariño y su comprensión, a ustedes quienes han sabido formarme con buenos sentimiento, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir a delante buscando, siempre el mejor camino.

AGRADECIMIENTO

Primero y, antes que nada, dar gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Agradecer hoy siempre a mi esposa Lili a mi hija Geraldine, por el esfuerzo realizado. El apoyo incondicional que me brindaron fue fundamental, de no ser así no hubiese sido posible cumplir el objetivo.

A mis hermano y amigos ya que me brindan el apoyo, la alegría y me dan fortaleza necesaria para seguir adelante.

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento de las normas establecidas en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE PERFILADO DE METALES EN EL ÁREA DE PERFILES DRYWALL. EMPRESA METAL MECÁNICA S.A. LIMA 2016” la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con todos los requerimientos de aprobación para obtener el título profesional de ingeniero industrial.

Esta investigación contiene siete capítulos estructurados de la siguiente manera, I) Introducción, II) Método, III) Resultados, IV) Discusión, V) Conclusión, VI) Recomendaciones y VII) Referencias, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial.

Roberto Zegarra Andia

INDICE

PÁGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD	v
PRESENTACIÓN	vi
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I INTRODUCCIÓN	1
1.1 Realidad Problemática	2
1.2 Trabajos previos	9
1.3 Conceptos teóricos	14
1.4 Formulación del problema.	36
1.5 Justificación del Estudio.	37
1.6 Hipótesis	38
1.7 Objetivos	38
II MÉTODO	39
2.1 Diseño de investigación	40
2.2 Variables	40
2.3 Población y Muestra	42
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	42
2.5 Métodos de análisis de datos	44
2.6 Aspectos Éticos	45
III RESULTADOS	94
IV DISCUSIÓN	109
V CONCLUSIONES	112
VI RECOMENDACIONES	114
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	116
ANEXOS	121

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1	Pareto horas de paradas 2015	5
Gráfico 2	Control de cumplimiento del programa de producción	7
Gráfico 3	Análisis causa efecto de la baja productividad	8
Gráfico 4	Operacionalización de variables	41
Gráfico 5	Flujo del método para el análisis de datos	44
Gráfico 6	Proceso Productivo	47
Gráfico 7	Diagrama de Flujo del Proceso Productivo	48
Gráfico 8	Diagrama de operaciones y procesos	50
Gráfico 9	Diagrama de operaciones y procesos	51
Gráfico 10	Tasa de cumplimiento de MP	54
Gráfico 11	Línea de tendencia del plan de producción	55
Gráfico 12	Evolución de la productividad semestre 1 - 2015	58
Gráfico 13	Información al personal administrativo	62
Gráfico 14	Información al personal operativo	62
Gráfico 15	Diagrama de bloques del proceso de perfilado	69
Gráfico 16	Diagrama de actuación con relación a la detección de defectos	77
Gráfico 17	Sistema de mantenimiento planificado	82
Gráfico 18	Desarrollo de las capacidades	83
Gráfico 19	Evolución del OEE	95
Gráfico 20	Evolución de la tasa de cumplimiento	96
Gráfico 21	Evolución de la productividad	97
Gráfico 22	Descriptivo productividad 2015 – 2016	98
Gráfico 23	Prueba de normalidad Productividad 2016	99
Gráfico 24	Grafico Q-Q Productividad_2016	99
Gráfico 25	Evolución de la Eficacia	100
Gráfico 26	Descriptivos de la eficacia 2015 – 2016	101
Gráfico 27	Prueba de normalidad Eficacia_2016	102
Gráfico 28	Grafico Q-Q Eficacia_2016	102
Gráfico 29	Evolución de la Eficiencia	104
Gráfico 30	Descripción de la eficiencia 2015 – 2016	104
Gráfico 31	Prueba de normalidad Eficiencia_2016	105
Gráfico 32	Grafico Q-Q Eficiencia_2016	106

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Resultados del OEE trimestres 1 y 2 – 2015	6
Tabla 2	Clasificación de las seis grandes pérdidas y tipos	19
Tabla 3	Técnicas e instrumentos	43
Tabla 4	Velocidad de trabajo en las 4 líneas	49
Tabla 5	OEE Semestre 1 - 2015	52
Tabla 6	Cumplimiento del MTTO Planificado	53
Tabla 7	Cumplimiento del plan de producción	55
Tabla 8	Insumos asignados a las Órdenes de Fabricación	56
Tabla 9	Insumos asignados vs insumos utilizados	57
Tabla 10	Productividad Semestre 1 - 2015	57
Tabla 11	Cronograma de implementación	58
Tabla 12	Fases de la implementación	60
Tabla 13	Cuadro de identificación de oportunidades	71
Tabla 14	Etapas de la implementación	72
Tabla 15	DAP del Set Up antes de la Implementación	74
Tabla 16	DAP del Set Up antes de la Implementación	75
Tabla 17	Hoja de instrucciones generales	78
Tabla 18	Hoja de registro de datos	80
Tabla 19	Formato de Evaluación de Capacidades	86
Tabla 20	OEE Semestre 1 - 2016	87
Tabla 21	Tiempo en horas del Implementador	88
Tabla 22	Tiempo en horas Supervisor	89
Tabla 23	Tiempo en horas gerencia	89
Tabla 24	Tiempo en horas personal operativo	90
Tabla 25	Costo total del tiempo en horas utilizadas	90
Tabla 26	Costo total de otros recursos invertidos	91
Tabla 27	Costo total de la implementación del TPM	91
Tabla 28	Incremento de la Productividad anual	92
Tabla 29	Comparativo OEE 2015 vs 2016	95
Tabla 30	Tasa de cumplimiento PM	96
Tabla 31	Productividad semestre 1- 2016	96
Tabla 32	Eficacia 2015 vs Eficacia 2016	100
Tabla 34	Eficiencia 2015 vs Eficiencia 2016	103

RESUMEN

La presente tesis propone como finalidad, mejorar la productividad en el proceso de perfilado de metales en el área de perfiles drywall en la empresa Metal Mecánica S.A lima 2016, la cual se desarrolló aplicando el Mantenimiento Productivo Total, para el desarrollo de la investigación en curso se tomó como población al número total de órdenes de fabricación (OF) generadas por mes expresado en unidades, para el estudio se consideró una muestra censal vale decir toda la población, como instrumentos de recolección de datos se utilizaron formatos de evaluación de capacidades del trabajador, reporte de paradas no programadas, hoja de registro de datos y el informe de producción que es reportado al final de cada turno de trabajo. En cuanto a la metodología de investigación empleada en este estudio el investigador decidió que fuera de tipo aplicada, cuantitativa y descriptiva explicativa, en cuanto al diseño empleado se decidió que fuera experimental y dentro de ellos el estudio pre-experimental, para el análisis de datos se utilizó la prueba estadística T de student, los resultados nos indicaron que la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejoró la productividad del área en 37%, la eficacia en 30.98% y la eficiencia en 3.4%.

Palabras clave: mantenimiento productivo total, productividad, eficacia y eficiencia.

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to improve productivity in the metal profiling process in the area of drywall profiles in the company Metal Mecanica SA Lima 2016, which was developed by applying Total Productive Maintenance, for the development of ongoing research. The total number of manufacturing orders (OF) generated per month expressed in units was taken as a population, for the study a census sample was considered, that is to say the entire population, as data collection tools, worker capacity evaluation formats were used, report of unscheduled stops, data record sheet and the production report that is reported at the end of each work shift. Regarding the research methodology used in this study, the researcher decided that it should be of an applied, quantitative and descriptive type, as for the design used, it was decided that it would be experimental and within them the pre-experimental study, for data analysis Student's statistical T test was used, the results indicated that the application of Total Productive Maintenance improved the productivity of the area by 37%, the efficiency by 30.98% and the efficiency by 3.4%.

Keywords: total productive maintenance, productivity, effectiveness and efficiency.

I INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática

En el extranjero, los constantes cambios de la economía en el plano mundial están llevando a las empresas a implementar cambios dentro de sus estructuras, rompiendo los esquemas del negocio tradicional y concentrando sus recursos humanos, tecnológicos y financieros, a través de la fusión de personas con sus métodos, tecnologías e innovaciones, hoy las organizaciones son un híbrido de personas y acciones que se mantienen unidos, hasta donde le es posible.

En momentos de crisis económica e incertidumbre como las que se viven en estos tiempos, Las empresas buscan ser competitivas para sobrevivir, para ello requieren de flexibilidad para garantizar su rentabilidad, para conseguirlo realizan ajustes en su estructura organizacional y productiva. La mejora de la productividad es vital, para lograrlo muchas compañías se plantean estrategias de mejora continua, como el TPM (Total Productive Maintenance) herramienta que les permite la obtención de mejoras tangibles e intangibles, los mismos que ayuda a afrontar las dificultades del negocio.

A nivel nacional, La competencia existente en nuestro medio, debido a la posible entrada de competidores nacionales e internacionales, se ve reflejado en un mercado cada vez más competitivo sumado a esto el centralismo industrial que tenemos en el país, lleva a las empresas a una lucha constante por la sostenibilidad y la participación del mercado, en el cual las estrategias juegan un papel importante para alcanzar los objetivos, por ello la necesidad de implementar técnicas y métodos que permitan mejorar la calidad y la productividad en las organizaciones, que buscan alcanzar la excelencia operacional, con precios competitivos, garantizando confiabilidad, calidad y rapidez hacia sus clientes. El estudio realizado sobre la aplicación del TPM aportara de manera significativa a las organizaciones, con el fin de mejorar la productividad de manera que les permita alcanzar sus objetivos, considerando que “El sector de la manufactura en el Perú que se oferta al mundo, de acuerdo a la firma de negociaciones que se van confirmando de acuerdo con los TLC, cada vez se generan novedosas oportunidades de negocios internacionales y nuevos escenarios de mercado”¹.

Contemporáneamente, “en la actualidad el área de construcción, que se encuentra vinculado al crecimiento de la demanda interna y a la reactivación de empleo, tuvo una caída de 3.78 % en un periodo anual, desplazando un

crecimiento consecutivo de cuatro periodos mensuales, según el Instituto Nacional de Estadísticas e informática (INEI). Este sector tuvo un registro negativo desde inicio de año y se explica por la caída de la inversión pública por parte del gobierno central que sufrió un revés de casi 20%, lo expuesto no se replicó en sectores como minería e hidrocarburos, que al contrario creció en 15.82%. Por lo tanto, el ejecutivo estima un alza económica de un 4% para el presente año impulsado por una mayor producción en el sector minero”².

Actualmente El 90% de la producción de los perfiles drywall está dirigida a las tiendas como Sodimac, Maestro, Home Center, etc. Departamentos con proyección de crecimiento a nivel nacional, no obstante, la oportunidad de seguir abasteciéndolos se ve disminuida debido a la presencia de otras empresas productoras e importadoras que también proveen perfiles drywall.

El área de perfiles drywall presenta muchos problemas, que no le permiten cumplir con los objetivos trazados, su capacidad de producción se ve mermado por problemas como. Paradas de máquinas y equipos no programadas, tiempos

extensos en cambios de formato Set Up, esto debido a las condiciones subestándar de algunos componentes, sobre las actividades que realizan los operadores de las máquinas, así mismo las pérdidas de materia prima durante el traslado, y en operación ocasionado por deterioro de los herramientas rodillos y demás accesorios. Todos los puntos antes mencionados conllevan a tener productos terminados observados por no cumplir con los estándares de calidad. Esto afecta el indicador del área (OEE). Impactando directamente la productividad del área.

En el área de perfiles drywall sólo se realizan actividades de mantenimiento correctivo, no existe un programa ni metodología definido para atender los problemas cotidianos a causa de las paradas de máquinas por cuestiones de falla de equipo, como se mencionó las acciones tomadas solo son correctivas, lo que lleva a incurrir frecuentemente al no cumplimiento del plan de producción

1. Quiroz, A: Industria peruana tiene problemas para conseguir mano de obra calificada, afirma SIN. *Agencia de peruana de noticias ANDINA*: Lima, Perú, 07 de abril de 2014. p. 7(En sección: Economía)
2. Reuters. Economía peruana se habría desacelerado a 3.7% en junio por declive de sector construcción. *Gestión*: Lima, Perú, 11 de agosto del 2016. p. 1. (En sección: Economía).

Por todos los motivos antes mencionados, se realizó el análisis al sistema productivo del área de perfiles drywall en la empresa Metal Mecánica S.A. donde se implementó el Mantenimiento Productivo Total “TPM” la metodología permitirá determinar las causas de los problemas que originan paradas de máquinas, contar con operadores capacitados, control sobre los tiempo empleado en las diferentes tareas, es una prioridad para la Empresa conocer los problemas existentes en esta área y con ello elaborar planes muy detallados para corregir, disminuir o eliminar todo aquello que es causal de pérdida de eficiencia y eficacia de las máquinas en estudio.

Los beneficios que se pretenden obtener con la implementación del TPM en el área de perfiles drywall, será de mucha utilidad para la empresa, la mejora que se obtenga se verá reflejada en una mayor productividad, donde se optimizará el uso de Mano de Obra, Materia prima y la disponibilidad de máquinas.

Metal Mecánica S.A., organización de promotores nacionales, que se fundó en el año 1985 con el ánimo de fortalecer el Sistema de Construcción en Acero, de acuerdo a los requerimientos de los clientes, iniciando sus actividades en el distrito de San Anita.

Metal Mecánica S.A., busca materializar el compromiso con sus clientes ofreciendo a estas nuevas oportunidades tecnológicas en la búsqueda del desarrollo de novedosos sistemas constructivos, ofertando nuevas alternativas que aporten valor a sus clientes de los diversos sectores productivos relacionados con la transformación, entre otros, con toda la experiencia de más de 31 años en el rubro, logro un posicionamiento como empresa relacionados a la familia metal mecánica logrando un sólido liderazgo.

Tipo de organización, Metal Mecánica S.A. es una organización empresarial resultado de la integración de la lineal y funcional, aprovechando las fortalezas de estos tipos de organización. En la empresa coexisten órganos de ejecución, apoyo y consultoría, interrelacionándose entre sí, mientras los de staff brindan asesoría y consultas especializadas.

Misión:

Ofertar soluciones no tradicionales en el sector construcción afines al acero, a todos nuestros clientes, con productos innovadores y una propuesta de valor que le brinde un valor adicional a su negocio.

Visión:

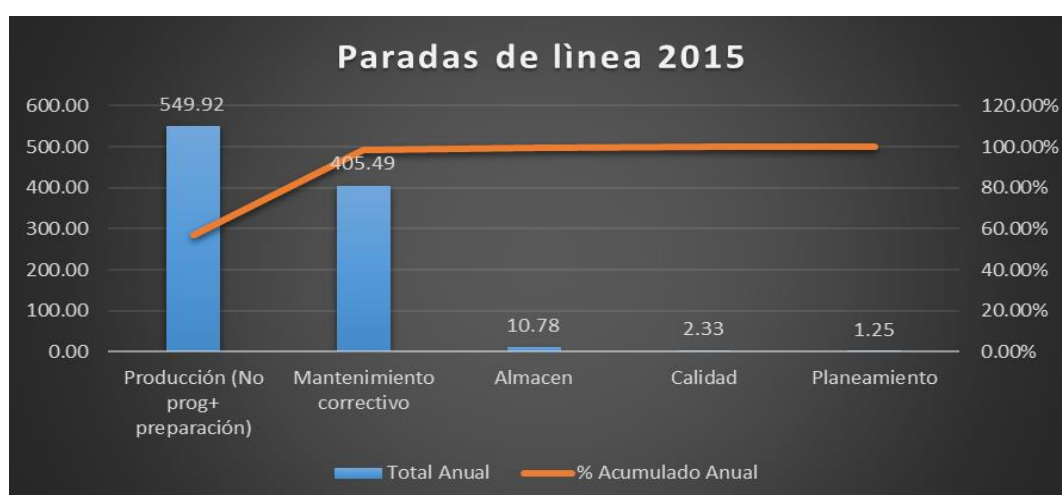
Constituirse en el referente del mercado ofertando soluciones no tradicionales para el sector construcción que estén relacionadas al acero.

Valores:

- Orientación al cliente.
- Honestidad y congruencia.
- Orientación a resultados.
- Trabajo en equipo.
- Innovación.
- Responsabilidad social.
- Desarrollo del capital humano.

Todos ellos orientados a empoderar a nuestros clientes internos y externos, contribuyendo de esta manera al desarrollo de nuestra comunidad y el país.

Gráfico 1 Pareto horas de paradas 2015



Fuente: Elaboración propia

Tabla 1 *Resultados del OEE trimestres 1 y 2 – 2015*

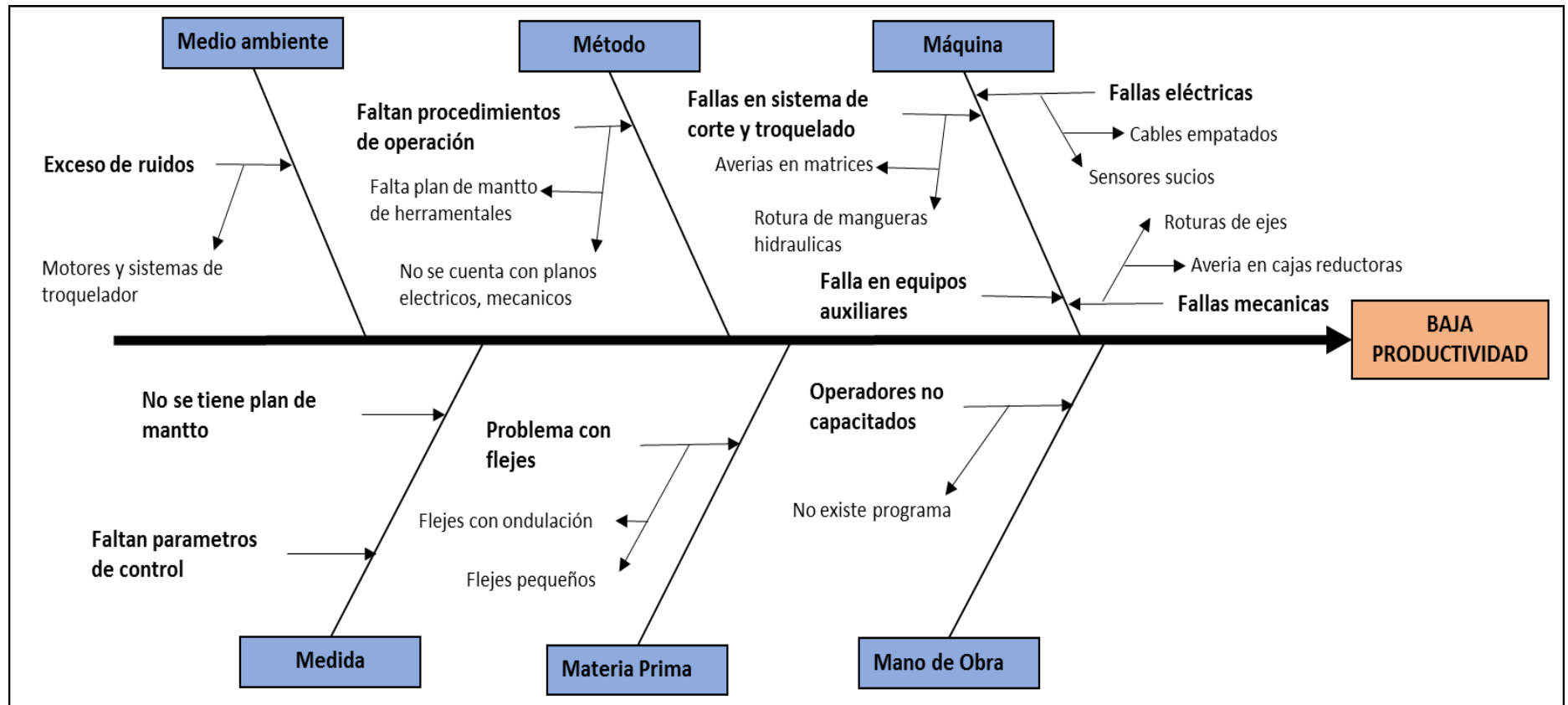
Línea	Trimestre 1	Trimestre 2
	2015	2015
1	65.0%	66.0%
2	60.0%	62.0%
3	57.0%	59.0%
4	34.4%	34.8%
Elaboración propia		

Gráfico 2 Control de cumplimiento del programa de producción

PROGRAMA DE PRODUCCIÓN PERFILADORA ARDCORD													
AGOSTO													
INSTAPLAC S.A.	30. jul	01. ago	03. ago		03-ago	●	403041	PERFIL PARANTE 64 X38 X 0.9 DIF.MED.GALV	6,000	6,000	1171143	TERMINADO	1000 pza x 6
CONSTRUTEK	30. jul	07. ago			08-ago	●	403036	PERFIL PARANTE 64 X 38 X 0.45 X 3 GALV	40,000	40,704	1171142	TERMINADO	Problemas mecanicos en averia de guia de ingreso
CONSTRUTEK	30. jul	13. ago	14. ago		14-ago	●	403036	PERFIL PARANTE 64 X 38 X 0.45 X 3 GALV	40,000	41,088	1171651	TERMINADO	Problemas con calibración de rodillos moleteadores
CONSTRUTEK	30. jul	18. ago	19. ago	21. ago	21-ago	●	403036	PERFIL PARANTE 64 X 38 X 0.45 X 3 GALV	40,300	40,808	1171969	TERMINADO	17/08 parada 10:30 a 15:45 por limpieza de tanque de refrigerante (medidas de precaución por presencia de oxido en perfiles)--- 19/08 Parada de 10:15 a 17:30 por problemas
CONSTRUTEK	30. jul	19. ago	20. ago	22. ago	22-ago	●	403047	PERFIL PARANTE 89 X 38 X 0.9 X 3 GALV	8,900	9,402	1172014	TERMINADO	Aumento de 3000 a 8900 pza / pedido MTO 3000 PZA
CONSTRUTEK	30. jul	25. ago	27. ago	28. ago	27-ago	●	403042	PERFIL PARANTE 89 X 38 X 0.45 X 3 GAL	45,600	25,536	1172403	TERMINADO	Disminuyo de 56600 a 45600 pza
FCA PERUANA ETERNIT S A	20. ago	28. ago			31-ago	●	403062	PERFIL PARANTE 152 X38 X0.9 DIF.MED.GALV	24,810.00	24,810	1173130	TERMINADO	4135 pza x 6 metros
AIS PERU SA	24. ago	29. ago			31-ago	●	403062	PERFIL PARANTE 152 X38 X0.9	7,950.00	7,950	1173131	TERMINADO	1325 pza X 6 metros
SEPTIEMBRE													
CONSTRUTEK	28. ago	07. sep			08-sep	●	403042	PERFIL PARANTE 89 X 38 X 0.45 X 3 GAL	40,000	40,320	1173150	TERMINADO	
CONSTRUTEK	28. ago	11. sep			13-sep	●	403042	PERFIL PARANTE 89 X 38 X 0.45 X 3 GAL	40,000	40,656	1173798	TERMINADO	
CONSTRUTEK	28. ago	14. sep			17-sep	●	403042	PERFIL PARANTE 89 X 38 X 0.45 X 3 GAL	17,500	18,144	1174331	TERMINADO	Reducir 23600 a 17500
CONSTRUTEK	07. sep	15. sep			17-sep	●	403044	PERFIL PARANTE 89 X 38 X 0.45 X 2.44 GAL	2,000	2,026	1174332	TERMINADO	agrego 2000 pza
CONSTRUTEK	28. ago	28. sep	17. sep		19-sep	●	403047	PERFIL PARANTE 89 X 38 X 0.9 X 3 GALV	10,700	10,369	1174569	TERMINADO	Reducir de 21900 a 10700 / 1000 pza de MTO-INSTAPLAC S.A
CONSTRUTEK	28. ago	18. sep	22. sep		24-sep	●	403036	PERFIL PARANTE 64 X 38 X 0.45 X 3 GALV	40,000	40,320	1174644	TERMINADO	
CONSTRUTEK	28. ago	24. sep	26. sep		29-sep	●	403036	PERFIL PARANTE 64 X 38 X 0.45 X 3 GALV	48,300	36,504	1175077	TERMINADO	Reducir de 59500 a 48300 pza
INSTAPLAC S.A	14. sep	24. sep	27. sep	28. sep	29-sep	●	403041	PERFIL PARANTE 64 X38 X 0.9 DIF.MED.GALV	12,000	12,000	1174643	TERMINADO	2000 PZA X 6 Metros /Problemas en calibración
INSTAPLAC S.A.	23. sep	29. sep			30-sep	●	403041	PERFIL PARANTE 64 X38 X 0.9 DIF.MED.GALV	12,000	12,000	1175054	TERMINADO	2000 PZA X 6 Metros
OCTUBRE													
CONSTRUTEK	30. sep	06. oct			06-oct	●	403036	PERFIL PARANTE 64 X 38 X 0.45 X 3 GALV	40,000	40,704	1175312	TERMINADO	
CONSTRUTEK	30. sep	12. oct			12-oct	●	403036	PERFIL PARANTE 64 X 38 X 0.45 X 3 GALV	40,000	40,704	1175460	TERMINADO	
CONSTRUTEK	30. sep	14. oct			16-oct	●	403036	PERFIL PARANTE 64 X 38 X 0.45 X 3 GALV	28,000	28,032	1175650	TERMINADO	
CONSTRUTEK	30. sep	20. oct	23. oct		23-oct	●	403042	PERFIL PARANTE 89 X 38 X 0.45 X 3 GAL	40,000	40,656	1175658	TERMINADO	Problemas rotura de chumaceras en sistema de trasmiccion de la
CONSTRUTEK	30. sep	26. oct	27. oct		27-oct	●	403042	PERFIL PARANTE 89 X 38 X 0.45 X 3 GAL	31,000	31,380	1176138	TERMINADO	
CONSTRUTEK	30. sep	27. oct	28. oct		27-oct	●	403047	PERFIL PARANTE 89 X 38 X 0.9 X 3 GALV	6,600	6,786	1176680	TERMINADO	

Fuente: Área de planeamiento

Gráfico 3 *Análisis causa efecto de la baja productividad*



Elaboración propia

1.2 Trabajos previos

Para el desarrollo de esta investigación, se tomaron como antecedentes estudios considerados relevantes para el desarrollo satisfactorio de la misma.

Velásquez Estrada, M. (2010), con el título: Implantación del **sistema de mantenimiento productivo total (TPM) como propuesta para eficiencia la operatividad del proceso productivo en el proceso productivo de bebidas carbonatadas en la fábrica de gaseosas salvavidas S.A.** Guatemala, Para obtener el grado de ingeniera industrial, en la facultad de Ingeniería, de la universidad San Carlos de Guatemala.

El presente estudio tuvo como finalidad la implementación de un plan de mantenimiento productivo total en la línea de producción de bebidas con la finalidad de mejorar la eficiencia, el tipo de estudio que utiliza el autor es descriptivo, con un enfoque cuantitativo, diseño cuasi experimental, los instrumentos que utilizo son: graficas de control, histogramas y evaluación del desempeño, la población la constituyo la línea de bebidas carbonatadas por tener una población pequeña el autor realizo una muestra censal. Su conclusión señala la trascendencia del mantenimiento a las máquinas y equipos, pues esto redundo en la producción y los costos, siendo esta la razón por la cual se analizó el proceso de mantenimiento en dicha línea y los resultados confirman que no son lo adecuadamente eficientes para los objetivos que el área de producción establece cada periodo mensual”, (Velásquez, 2010).

La investigación tomada como referencia, apporto significativamente el desarrollo de la investigación, debido a que trata problemas con características similares a los que se tiene en el área de perfiles drywall, también toma como herramienta de mejora la variable independiente (TPM), buscando mejorar unas de las dimensiones de la variable dependiente (Eficiencia).

Molina Puentes, J. (2014), con el título **Mantenimiento Productivo Total en máquinas de impacto en una empresa galletera de la región**, estudio

3. VELASQUEZ Estrada, María. Propuesta para la implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para efficientizar las operaciones del proceso productivo en la línea de producción de bebidas carbonatadas en la fábrica de gaseosas salvavidas S.A. Tesis (Ingeniero Industrial). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2010. 153 p.

presentado para obtener el título de Ingeniero Industrial y de Sistemas, en el Instituto Tecnológico de Sonora México.

El estudio realizado tuvo como objetivo elaborar un procedimiento como propuesta de mejora al mantenimiento programado, que impacte en el tiempo de ocio relacionado con el mantenimiento. El tipo de estudio es descriptivo, tiene un diseño cuasi experimental, la población la constituyen 6 líneas, el investigador tomo como muestra una línea, que es la de mayor impacto dentro de la empresa, los instrumentos utilizados fueron: formato de listado de actividades, formato de listado de mantenimiento preventivo, formato de listado de mantenimiento de oportunidad, formato de listado de mantenimiento autónomo. El autor concluye, “basado en los resultados se afirma que el objetivo del proyecto es elaborar un procedimiento como propuesta de mejora al mantenimiento programado que impacte en el tiempo de ocio relacionado con el mantenimiento ofreció resultados positivos. Cabe notar que los resultados que se presentan muestran una situación idealizada en el que el tiempo de ocio fue reducido por completo; y no es una situación garantizada. Finalmente, se concluye que el procedimiento presentado ofrece resultados positivos al ser aplicado por lo que la implementación ofrece la mejora buscada”, (Molina, 2014).

Esta investigación tuvo un aporte fundamental, debido a que trabajo uno de los pilares del TPM que también se puso en práctica en esta investigación, con impacto sobre la dimensión disponibilidad, mejorar esta dimensión permitió, el incremento de horas de trabajo en la línea.

Jiménez Ruiz, Y. (2012) en la tesis titulada ***Propuesta de Mejora bajo la filosofía TPM para la Empresa Cummins de los Andes S.A.*** Estudio presentado para obtener el grado de ingeniero Industrial en la Universitaria Lasallista Caldas, Antioquia.

El objetivo del estudio fue establecer un diagnóstico del sistema de refacción de motores a través de la implantación de diversas herramientas que coadyuven a identificar pérdidas en la organización empresarial.

4. MOLINA Puentes, José. **Mantenimiento Productivo Total en máquinas de impacto en una empresa galletera de la región. Tesis (Ingeniero Industrial y de Sistemas).** Obregón, México: Instituto Tecnológico de Sonora, 2014. 76 p

El tipo de estudio es aplicada, con un diseño experimental, el investigador tomo como población el taller de mantenimiento de motores y sus respectivas áreas la muestra es toda la población.

Los instrumentos utilizados por el investigador: lista de chequeo, estrategia de clasificación (tarjeta roja), formatos (solicitud de repuestos, informe técnico). Conclusión, “La implantación de las 5S debe ser empleada para reformular los tradicionales procedimientos actuales e implantar una nueva cultura que incluya orden, limpieza, organización y disciplina como un factor preponderante dentro de la oferta del servicio de refacción de motores”, (Jiménez, 2012).

La investigación tuvo aportes importantes, de ella se tomó el método de aplicación de una de las herramientas del TPM las 5s, que es considerada como base fundamental para el desarrollo del Mantenimiento Productivo Total, con este aporte se logró reforzar la implementación que en ese momento estaba en marcha en el área de perfiles drywall, teniendo un impacto directo sobre la eficiencia, eliminando movimientos y acciones que no aportan valor en las actividades diarias, esta herramienta apoya y fortalece a la dimensión Mantenimiento Autónomo.

Constante Barona, J. (2014) en la tesis titulada. ***Mejoramiento de la Producción de una planta embotelladora de Cerveza Súper línea de Cervecería Nacional.*** Estudio presentado para obtener el título de Ingeniero Industrial, en la Universidad de Guayaquil, Ecuador.

La investigación realizada tuvo como objetivo. Mejorar los niveles de productividad de las líneas de Envase Súper Línea en la empresa Cervecería Nacional S.A. estudio de tipo aplicada con diseño de investigación explicativa, descriptiva los instrumentos utilizados por el autor son: Entrevista, observación directa, técnicas de ingeniería de métodos, técnicas estadísticas, encuesta. la población la constituye el área de súper, el investigador toma una muestra censal para el estudio. Conclusión, “Con la implementación de un programa de mantenimiento productivo total en el área de estudio, se ha logrado identificar herramientas que propugnan la mejora continua; lo cual permiten la optimización de los recursos alargando la vida útil a las máquinas y equipos, aumentando su eficiencia, esto generó una estrategia de un plan de mantenimiento preventivo

para cada sector estratificado, lo cual permite emplear de una mejor manera los recursos asignados a mantenimiento mejorando los indicadores de desempeño del área”, (Constante, 2015).

Esta investigación tuvo un aporte importante para el desarrollo de la tesis, debido a los métodos y herramientas que utiliza para trabajar el mantenimiento preventivo con el objetivo de mejorar la vida útil de la línea de producción.

Apaza Quispe, R. (2015) en la tesis titulada **“El modelo de mantenimiento productivo total TPM y su influencia en la productividad de la empresa minera Chama Perú E.I.R.L Ananea – 2015”** estudio realizado para obtener el título de Ingeniero Industrial, en la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” Juliaca, Perú.

La investigación tiene como objetivo desarrollar un modelo de mantenimiento basado en Mantenimiento Productivo Total para la empresa minera Chama, y la aplicación de indicadores de efectividad Global de los equipos OEE, buscando a través de ella influir en la mejora de la productividad, el tipo de estudio es exploratorio y descriptivo, con un diseño cuasi experimental, la población considerada para el estudio es de 14 trabajadores, el autor toma como muestra a toda la población. El autor considero como instrumento el modelo de Mantenimiento Productivo Total utilizando dentro de ella formato de notificación de paradas. El autor concluye que: “a pesar que se ha identificado la planificación de mantenimiento en la organización empresarial en estudio, en la cual además se realizan actividades rutinarias de monitoreo.

control e inspección a las maquinarias que operan en la mina.

se obtienen resultados que indican una debilidad en documentar aspectos relacionados al mantenimiento”, (Apaza, 2015).

5 JIMENEZ Ruiz, Yeiny. Propuesta de Mejora bajo la filosofía TPM para la Empresa Cummins de los Andes S.A. Tesis (Ingeniero Industrial) Caldas, Colombia: Corporación Universitaria Lasallista, Facultad de Ingenierías, 2012. 48 p

6 CONSTANTE Barona, Juan. Mejoramiento de la Producción de una planta embotelladora de Cerveza Súper línea de Cervecería Nacional. Tesis (Ingeniero Industrial) Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Industrial, 2014. 115 p

La investigación aportó de manera significativa al estudio realizado debido a que trabaja también la productividad como la variable dependiente, la misma que se busca repotenciar utilizando los pilares del TPM como dimensiones de la variable independiente.

Rojas Cristóbal, R. (2014) en la tesis titulada **“Gestión de Mantenimiento para mejorar la Eficiencia Global de Equipos en el área de molienda de San Fernando S.A”** estudio realizado para obtener el título de Ingeniero Mecánico, en la Universidad Nacional del Centro del Perú Huancayo, Perú.

La investigación tuvo como objetivo modificar la gestión de mantenimiento para mejorar la eficiencia global de equipos en el área de moliendas, el tipo de estudio es aplicada, con un diseño experimental, la población está constituida por los 41 equipos del área de molienda, el autor toma como muestra a toda la población. Los instrumentos que utilizó son: formato general de producción del área de molienda, formatos de reporte de actividad correctiva de mantenimiento, formato de actividades preventivas y autónomas. Conclusión, “el manejo del mantenimiento sustentado en el mantenimiento productivo total en su primera etapa que involucra a los tres primeros pilares estableció un incremento de la OEE de 65% a 70% en la línea de molienda, de otro lado el rendimiento aumenta de 67% a 71% debido a que el colaborador se encuentra comprometido con esta actividad y reduce las mínimas paradas que afecten el normal funcionamiento de los equipos, por formar parte del mantenimiento autónomo”, (Rojas, 2014).

La investigación tuvo un aporte importante al estudio realizado debido a que trabaja tres pilares del TPM enfocándose en el mantenimiento autónomo, con lo cual se consiguió mejoras significativas en el resultado del OEE.

- 7 APAZA Quispe, Ronald. El modelo de mantenimiento productivo total TPM y su influencia en la productividad de la empresa minera Chama Perú E.I.R.L Ananea. Tesis (Ingeniero Industrial) Juliaca, Perú: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Facultad de Ingeniería y Ciencias Puras, 2015. 158 p
- 8 ROJAS Cristóbal, Raúl. Gestión de Mantenimiento para mejorar la Eficiencia Global de Equipos en el área de molienda de San Fernando S.A. Tesis (Ingeniero Mecánico) Huancayo, Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería Mecánica, 2014. 207 p

1.3 Conceptos teóricos

Marco Conceptual

Según Álvaro Palacio, en su libro Total Productive Maintenance (2013) manifiesta que el TPM es un conjunto ordenado de partes desarrollado en Japón orientado al sector industrial, desarrollado en base al “mantenimiento preventivo” pero fortalecido en el sector industrial de los Estados Unidos. Es un sistema cuyos componentes son una serie de actividades sistemáticamente establecidas que ayudan a generar competitividad dentro de una organización empresarial del sector industrial o de servicios. A esto se considera como estrategia, debido a que crea capacidades productivas a través de la reducción rigurosa y vertical de desperdicios de los sistemas productivos.

El autor indica, que la metodología bien implementada genera una diferenciación en la organización en relación con sus competidores pues reducirá sus costos de manera significativa, así mismo esta herramienta se puede replicar a otros sectores, que tengan que ver con los aspectos productivos y áreas administrativas. Esta además se basa en el compromiso activo de todos los colaboradores de la empresa, involucrando a niveles estratégicos, tácticos y operativos.

También se ha tomado en cuenta al Japan Institute of Plant Maintenance quienes al respecto plantean que el TPM genera la maximización de efectividad de los equipos aplicando un programa maestro de mantenimiento que alargue la vida económica de los activos, que forman parte de cada departamento y en todos los niveles, esto motiva a los colaboradores del área de mantenimiento de la planta, a través del fortalecimiento de equipos de trabajo utilizando actividades voluntarias.

De acuerdo con Cuatrecasas y Torrell (2010) se plantea “Que es una filosofía reciente aplicada a tareas en plantas industriales ligada al mantenimiento, pero con variantes como, trabajo en equipo, eficiencia, eficacia, gestión del mantenimiento incluido sus variantes”⁹.

Los autores en su libro TPM en un entorno Lean Management manifiestan la aplicación del TPM en un entorno Lean, donde resaltan la importancia del mantenimiento, en la búsqueda de la competitividad, por otro lado,

trabaja solo con tres pilares de las ocho conocidas, con el único objetivo de mejorar el OEE.

“La evolución del mantenimiento productivo total hacia un entorno lean nos permite afirmar que el enfoque tradicional ha sido reemplazado por uno más orientado a la participación de todos los involucrados generando procesos con menos desperdicio que se vuelvan más eficientes, eficaces y productivos”, ello implica que los colaboradores encargados de tareas productivas, desarrollen a su vez actividades de mantenimiento comenzando por la limpieza, prevención de fallos y cumpliendo con lo planificado para el día a día, pues quien mejor que el propio maquinista que “conduce” su máquina o equipo a lo largo del proceso para desarrollar todo lo planificado sin desperdicio de tiempo, recursos materiales y sin afectar la producción, esto siempre y cuando se le motiva, capacita y actualiza de forma adecuada.

Los objetivos del mantenimiento productivo total entre otros son, el logro máximo de la OEE en los diferentes sistemas productivos, eliminando factores claves en dicho proceso entre ellos desperdicios, averías, paradas y accidentes, todo ello con la participación plena de los miembros del equipo conformado para dicho fin. Todo el sistema involucrado, es decir el recurso humano, la maquinaria y otros, deben funcionar de manera óptima bajo el enfoque de *cero averías y defectos*, dando lugar a un proceso de flujo continuo mejorado.

La finalidad está orientada a lo que se denomina las seis grandes pérdidas, todas ellas están relacionadas con las máquinas, equipos, herramientas y como se prevé darán paso a maximizar la eficiencia del sistema productivo, en tres aspectos fundamentales: reducción de tiempos muertos, utilización de la capacidad óptima de los equipos y reducción de productos defectuosos.

Los medios que involucra el uso del mantenimiento productivo total y del cual se vale esta herramienta son entre otros:

- a. Mantenimiento autónomo, denominado así porque comprende aspectos básicos y de prevención de fallas desarrollado por el propio operario desde su propio puesto de trabajo.

- b. Manejo del Mantenimiento Preventivo y correctivo de manera óptima, ello implica preservación de los equipos e incremento de su ciclo de vida.
- c. Capacitación y actualización del personal de producción y mantenimiento, con aspectos relacionados a las máquinas, equipos y otros ligados a su buen manejo y mantenimiento.
- d. Instaurar un plan de mantenimiento de los activos de la empresa que involucre actividades periódicas en condiciones óptimas, a mínimo coste y extienda el período de vida.

Por lo manifestado el TPM, es la herramienta que está llamado a lograr en la actualidad un incremento de la eficiencia de los sistemas productivos y muy especialmente si, como ya se mencionó, se implementa en un entorno productivo que puede ser ya eficiente de por sí.

Marco Teórico

¿Qué es el Mantenimiento Productivo Total?

Es una novedosa estrategia enfocada a la filosofía Lean que consta de una serie de tareas sistemáticas que una vez implementadas coadyuvan al incremento y mejora de la competitividad. El Instituto Japonés de Mantenimiento de la Planta (JIPM) establece respecto a esta herramienta que es un sistema orientado a conseguir: cero accidentes, defectos y averías.

Las tareas establecidas deben estar orientadas a garantizar productos y servicios de alta calidad, con costos mínimos de producción y una elevada moral en el desarrollo de la actividad, en este proceso no sólo deben tener presencia las áreas productivas sino todo el personal involucrado de los diferentes niveles jerárquicos de la empresa, la consecución de las "cero pérdidas" incluye establecer trabajo en equipos pequeños, comprometidos, involucrados, actualizados y entrenados para alcanzar objetivos previamente establecidos a nivel personal y organizacional.

Esta herramienta surgió y se desarrolló básicamente en la industria automotriz como es el caso de Toyota, Nissan y Mazda, luego debido a su éxito fue adoptado por otro tipo de industrias, en la actualidad, el interés por el TPM a nivel internacional va en aumento cada vez más, esto debido a las mejoras que se

logran en *eficiencia, productividad y calidad*. Este sistema integrado y colaborativo de manufactura y mantenimiento se ha ido adoptando en empresas de clase mundial, pero no solo ellas, sino también en aquellas que adoptan un cambio de filosofía.

La utilización de esta herramienta empieza a ser ya una realidad en empresas líderes en nuestro país, entre las que podemos citar como ejemplo AJEPER, PRECOR entre otras.

Principios del TPM

A continuación, se presentan cinco principios relacionados con la implantación de esta herramienta los cuales como ya se describió se orientan a reducir desperdicios, estos son:

- Participación Plena del personal
- Generación de una cultura organizacional orientada a obtener la máxima eficiencia y eficacia en la gestión de los equipos y maquinarias.
- Implementación de un sistema de gestión de las instalaciones
- Implementación del mantenimiento preventivo como medio inicial que permita alcanzar las cero perdidas
- Implantación de todos los sistemas de gestión en los aspectos productivos

Objetivos del TPM

La puesta en marcha del mantenimiento productivo total, propone como finalidad lograr el mayor rendimiento o eficiencia global optima: OEE (Overall Equipment Effectiveness) de cualquier sistema productivo. Esto se conseguirá a través de la eliminación de tiempos improductivos, reducción del funcionamiento a velocidad inferior (menor a su capacidad) y la reducción de defectos originados de los planes en que intervienen los activos de la empresa.

- **Objetivos estratégicos:** se denominan de esta manera debido a que permiten construir capacidades competitivas a través de las operaciones de la organización empresarial, gracias al incremento de la productividad, flexibilidad, reducción de costos de producción y del know how industrial de la empresa.
- **Objetivos operativos:** se denominan así porque su propósito es que los equipos operen sin averías y fallos, permitiendo emplear en su totalidad la capacidad instalada de la empresa.
- **Objetivos organizativos:** se conoce de esta manera debido al trabajo en equipo, donde cada uno de los miembros pueda contribuir con lo mejor de sí y donde trabajar sea realmente grato.

Las 6 enormes pérdidas

“Son los factores más relevantes en todo sistema productivo que impiden que se logre el objetivo del mantenimiento productivo total (TPM). Para esto se sigue una ruta que consiste en descubrir, clasificar y eliminar los factores más relevantes que reducen las condiciones operativas de los equipos. Estos se encuentran asociadas en 3 clases, para ello se toma en cuenta el tipo de pérdidas que se ven reflejadas en la eficiencia y rendimiento de un proceso productivo con el involucramiento directo o indirecto de los equipos de trabajo involucrados”, (Cuatrecasas y Torrel, 2010).

Tabla 2 *Clasificación de las seis grandes pérdidas y tipos*

Tipo	Perdidas	Tipo y Características	Objetivo
Tiempos improductivos	1.Fallas	Paradas en el proceso por errores o averías, imprevistas o frecuentes, de máquinas y equipos.	Liberar
	2. Tiempos de refacción y reajuste de las máquinas y equipos	Paradas en el proceso por acondicionamiento de equipos o herramientas necesarios para su inicio operativo.	Maximizar su reducción
	3.Funcionamiento a velocidad reducida	Variabilidad entre velocidad del momento y la de diseño, según su especificación técnica.	Minimizar la diferencia con el diseño
Perdidas de velocidad del proceso	4.Tiempos muertos y cortas paradas	Paradas en periodos de tiempo en que la maquina está detenida poder continuar.	Liberar
Productos o procesos defectuosos	5. fallas de calidad y reprocesos	Proceso productivo con defectos constantes u ocasionales en el producto final.	Reducir productos y procesos fuera de los límites de tolerancia.
	6.Puesta en marcha	Reducción del rendimiento en la fase de inicio del proceso, debido a exigencias técnicas.	Minimizar de acuerdo a las normas.

Fuente: Libro TPM en un entorno Lean Management

Las pérdidas ocasionadas por averías, errores o fallos de los equipos, ocasionan tiempos improductivos. Las averías y sus paros pueden ser de tipo esporádico o crónico.

Los tipos de consecuencias para el equipo, podrán ser de dos tipos:

- a.** *Desperfectos con eliminación de función*
- b.** *Desperfectos con reducción de función*

Perdidas debidas a preparación de máquinas

Estos son los tiempos utilizados en la etapa inicial del proceso que involucra cambio de útiles, herramientas y los ajustes necesarios en las máquinas. Por lo tanto, se hace necesario reducir estos tiempos; para ello se han instaurado con un éxito notable sistemas tipo RTS (*Rapid Tool Setting*), destacando por ejemplo la técnica SMED (*Single Minute Exchange Die*) cuya finalidad es la ejecución de la preparación completa en un tiempo estandarizado inferior a diez minutos.

Pérdidas provocadas por tiempo de ciclo improductivo y paradas breves

Son paradas breves, también se les conoce como cortes de aire; se trata de tiempos en los que la máquina está operativa, pero sin efectuar la producción de pieza alguna, ello se debe a un problema temporal.

Esta clase de pequeños inconvenientes, a los que se les denomina micro paros, impiden la operatividad eficiente del equipo y son muy frecuentes en plantas con un fuerte nivel de automatización.

Pérdidas por accionamiento a reducida velocidad

Son pérdidas en el sistema productivo debidas a la diferencia que existe entre la velocidad de diseño y la velocidad real de funcionamiento, que acarrea como resultado que la capacidad de producción utilizada sea notoriamente diferente.

Es el resultado de que el estándar de velocidad establecida está mal establecido, porque la realidad de la máquina hace muy complicado analizar su

velocidad, por lo tanto, se asume como situación normal, dicha forma de trabajo a velocidad mínima.

Para generar mejoras que incurran en desperdicios de factores como la velocidad han de empezar por establecer, la velocidad óptima del activo en condiciones de funcionamiento normales, y que condiciones de trabajos mínimamente necesarios y realizables.

Perdidas por fallos en la calidad y reprocesos

En este tipo de pérdidas se incluyen el tiempo ocioso en la producción de bienes defectuosos, cuya calidad es inferior a lo establecido. También se pueden incluir defectos casuales y crónicos, referidos a la calidad del producto. Tal y como ya hemos comentado, a propósito de los equipos, normalmente no será tan difícil tratar los defectos esporádicos, de manera que no trasciendan al siguiente proceso sin haber actuado sobre ellos. Por el contrario, las causas de los defectos crónicos pueden ser muy difíciles de identificar, y no es fácil encontrar contramedidas, o soluciones que entreguen los outputs de nuestro proceso productivo con la calidad esperada o prevista.

Pérdidas de accionamiento por poner en marcha los equipos

En estas pérdidas se identifican reducción del nivel de producción debido a problemas en el arranque y puesta en accionamiento de algunas máquinas que se encuentran por debajo de su capacidad y que puede alcanzarse con el mismo equipo, una vez superada esta fase.

Estos desperdicios de tiempo deben reducirse al mínimo si se desea incrementar la efectividad de los equipos a través de procesos de “arranque vertical” (arranque inmediato, libre de dificultades).

Requieren de un seguimiento transitorio del proceso hasta su estabilización. Normalmente se trabaja con un equipo de proyecto desvinculado, si las condiciones lo permiten, de otras tareas hasta que el sistema entra dentro de los objetivos marcados.

Características del TPM

- Tareas de mantenimiento a lo largo del ciclo de vida del equipo, con participación plena de todo el personal involucrado en la implantación.
- Es considerado como una estrategia global de la organización empresarial.
- Este sistema está orientado a la mejora de la eficiencia global de los equipos que son parte del proceso operativo.
- Compromiso relevante del personal involucrado en el proceso operativo en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.
- Gestión en los procesos de mantenimiento basados en la utilización óptima del conocimiento que el personal posee en el desarrollo de los procesos.

Pilares del TPM

Se denominan pilares porque sirven de soporte para la construcción de un sistema de producción limpio y ordenado. Se implementan a través de una secuencia metodológica disciplinada, potente y efectiva, estos de acuerdo con Cuatrecasas y Torrell (2010) son:

El Mantenimiento Autónomo

Son tareas que se implementan con la participación de los diferentes actores comprometidos con el proceso productivo y cuya finalidad es maximizar la eficiencia global de los equipos (OEE).

Cuando se asume el Mantenimiento Autónomo, el responsable de producción adopta tareas de mantenimiento productivo básico, esto incluye la limpieza, así como los del Mantenimiento Preventivo, ello debido a que presenta tareas básicas como, limpieza, lubricación y aprietes, y por otro lado advertir de las desviaciones. Generalmente las tareas de este tipo de mantenimiento se llevan a cabo por equipos de trabajo que tienen bajo su responsabilidad una o varias máquinas. Con esta visión, la gestión de los equipos ingresa en un ciclo de mejoras simultáneas de los tres componentes de la competitividad, calidad, coste y tiempo.

Mantenimiento Planificado

Es el conjunto sistemático de tareas de mantenimiento establecidas previamente cuya finalidad es llevar paulatinamente a una línea de producción rumbo al objetivo que pretende el mantenimiento productivo total, entre ellos: cero averías, defectos, despilfarros y accidentes; este tipo de mantenimiento que contempla tareas específicas los lleva a cabo el personal calificado para tal fin y con avanzadas técnicas de diagnóstico de equipos. Por todo lo mencionado este tipo de mantenimiento es clave para la implementación con éxito del mantenimiento productivo total, cuyos objetivos son:

- Establecer un plan de mantenimiento real para equipo y procesos.
- Maximizar la eficiencia económica en el desarrollo del mantenimiento.

Cuando se menciona al mantenimiento planificado, se incluyen actividades fundamentales desplegadas por el área de mantenimiento y que están orientadas a la mejora de las condiciones de operatividad de los equipos, la actualización y capacitación del personal, y la mejora de los métodos y técnicas de mantenimiento.

Mantenimiento Predictivo

Este tipo de mantenimiento consiste en la identificación y diagnóstico de fallas, averías antes de que sucedan y de esta manera programar los tiempos para reparación de averías en el momento preciso.

Su filosofía se basa en que generalmente las fallas no aparecen de un momento a otro, sino que generan un proceso de evolución. Por lo tanto, un defecto con el tiempo puede originar una falla importante y crítica. Por ejemplo, un mínimo desequilibrio se puede ir incrementando hasta ocasionar la rotura del eje.

Este mantenimiento propugna la detección de defectos con anticipación para de esta manera corregirlos y evitar paradas no planificadas, fallas y accidentes. Los indicadores de desempeño de la máquina son parámetros físicos como temperaturas, vibraciones, muestras de lubricantes cuyo análisis permitirán detectar el problema y sus potenciales causas.

Las actividades más recurrentes de los responsables de este tipo de mantenimiento sobre todo en máquinas rotativas es evaluar el estado de los rodamientos, estos ejes rotativos se apoyan en los rodamientos, pues estos son los componentes que sufren más desgaste y los que se deben reemplazar con mayor frecuencia, teniendo un buen programa de este tipo de mantenimiento es posible conocer el estado y su evolución de cada rodamiento y de esta manera programar con anticipación su cambio y evitar paros no programados.

Gestión del mantenimiento asistida por ordenador (GMAO)

La importancia de este pilar está centrada en el manejo y tratamiento adecuado de la información a través de la implementación de un sistema de tecnología de la información capaz de gestionar todo lo relacionado con el programa de mantenimiento, por ejemplo, cuando se produzca una avería, se deben de registrar los incidentes del suceso, por decir, tipo de máquina, avería, forma de urgencia, hora y fecha, finalmente si se produjo parada de máquina o si sigue operando.

El manejo de la información la puede realizar automáticamente el personal de producción y el de mantenimiento podrá verificar inmediatamente las fallas pendientes y las de la última consulta, así también una vez producida la reparación, introducir la información a la base de datos una vez resuelta la avería.

Mantenimiento preventivo, esquema y desarrollo de equipos

La Prevención del Mantenimiento (MP) optimiza el manejo de la administración del mantenimiento de los activos de la empresa su bosquejo y construcción, detectando los fallos e incidentes de operación que se producen como resultado de errores del proceso de construcción incluido concepción, diseño, desarrollo, instalación y pruebas finales hasta la puesta a punto consiguiéndose la estandarización de su operación.

La finalidad de la Prevención de Mantenimiento es construir un equipo cuya operación y mantenimiento sea lo más sencilla posible, que permita una reducción del tiempo desde la fase de formulación y la operatividad permanente del equipo, el incremento de los niveles de confiabilidad, seguridad y disponibilidad. Para conseguir resultados eficaces, el desarrollo del equipo ha de

considerar los condicionantes técnicos de las operaciones de producción que pueden efectuarse con estos equipos, los estándares fijados para los equipos y las operaciones, así como el historial de mejoras de Prevención de Mantenimiento que hayan sido abordadas, todo esto considerado desde el marco de los últimos avances tecnológicos, a fin de propiciar la aparición de nuevas realidades provoquen, a su vez, la aparición de nuevos proyectos de investigación y desarrollo de productos y equipos.

El TPM y sus beneficios

El mantenimiento productivo total, es una herramienta de mejora continua que cuando se implementa en el área de mantenimiento genera eliminación de desperdicios, por lo tanto, aumentan sus beneficios, estos se reflejan en los siguientes tres indicadores:

- Maximización de disponibilidad de los activos.
- Incremento en el rendimiento de los activos por reducción de desperdicios de velocidad y tiempos muertos.
- Mejora de la calidad del bien con la reducción de defectos durante el proceso operativo.

Fang (2000), señala que la implantación dl mantenimiento productivo total genera beneficios cuando se opera con propiedad. Esto se puede fácilmente comprobar a través de los resultados alcanzados en muchas áreas en las cuales se ha implantado con singular éxito la metodología, entre los resultados obtenidos se muestran:

- En cuanto a las interrupciones de producción, estas se reducen en 50%.
- Las mermas de producción se reducen en 70%.
- Los “Set Up” de las máquinas reducen de 50 a 90%.
- En cuanto a la capacidad esta se incrementa de 25% a 49%.
- La actividad productiva se ve incrementada en 50%.
- El costo de mantenimiento se ve reducido en 60% por cada unidad elaborada.

Overall Equipment Effectiveness (OEE)

“Este tipo de mantenimiento debe mejorar la eficiencia con la que se desempeñan los activos e instalaciones productivas, cuyo resultado debe incrementar sustancialmente la efectividad del sistema productivo. Es conocido a la vez como <<Eficiencia Global de Equipos>>, <<Rendimiento Operacional>>, (Cuatrecasas y Torrel, 2010).

Disponibilidad x Rendimiento x Calidad

Nakajima (1988) establece que el mantenimiento productivo total se basa en tres principios:

- Maximización de la efectividad de los activos.
- Intervención de los operadores en el mantenimiento autónomo.
- Pequeñas tareas en equipo.

Por lo tanto, el OEE queda establecido como la combinación de operatividad, mantenimiento y gestión de los recursos y activos del sistema manufacturero; además de tener la característica de mostrar los costos ocultos que producen desperdicios.

Objetivos del OEE

Entre los objetivos identificados se plantean:

- Detectar fallas a través del análisis del OEE identificando los puntos débiles de la planta.
- Reducir costos asociados con el proceso de calidad y mantenimiento.
- Establecer un costo de mantenimiento pertinente.

Identificación de Tiempos

En la determinación del OEE se hace pertinente conocer los tiempos y sus clases, estos tiempos nos permitirán establecer ratios convenientes para obtener el cálculo óptimo del OEE.

En cuanto al Tiempo Operativo Eficiente es posible determinarse conociendo el tiempo total disponible al cual deben deducirse las posibles pérdidas.

Es necesario resaltar que cuando se produce una disminución en los tiempos, está se relaciona con una de las seis perdidas que sufren los equipos, los cuales el TPM reducirá al máximo o eliminará.

Clasificación de tiempos en el OEE

En esta parte del estudio presentaremos la clasificación de los tiempos, pues estos son importantes para definir la disponibilidad, rendimiento y calidad.

Tiempo Calendario

Este está determinado por el total de horas que considera el calendario en un período de un año, cuando el cálculo se realiza anualmente; pudiendo ser también mensual, trimestral u otro período.

Tiempo Disponible o carga

Es la cantidad de horas que la línea de producción está deseando laborar en un periodo que puede ser anual o mensual. Para realizar el cálculo del tiempo disponible se resta del tiempo calendario, el tiempo acumulado de paradas programadas por deficiencias administrativas o de control, por una serie de motivos tales como políticas de la planta, mantenimiento programado, entre otras.

Tiempo de Operación

Se considera al tiempo durante el cual una línea de producción opera. Para su cálculo se resta del tiempo disponible, las paradas de activos por fallas, paradas rutinarias o imprevistas.

Tiempo Neto de Operación

Debido a la manipulación del operador, el tiempo de funcionamiento menos la pérdida de velocidad de la máquina y las pequeñas pausas. Para encontrar el tiempo de trabajo neto, se requieren cálculos aproximados, que incluyen encontrar el número de elementos producidos en el turno, incluidos los productos defectuosos o reelaborados, y luego dividir por la capacidad de producción total de la línea de producción del turno. Este coeficiente obtenido se multiplica por el número de horas del turno.

Tiempo Efectivo de Operación

De acuerdo con Suzuki (1994) se establece que, viene a ser tiempo establecido en la que la línea de producción fabrica productos conformes, es decir dentro de estándares de calidad. La forma de calcular este tiempo es, al tiempo neto se le resta el tiempo que se demora en fabricar las unidades con defectos. También es preciso señalar como factor a tener en cuenta, el arranque de línea o caída de rendimiento, ya que en algunas empresas manufactureras el arranque de línea ocasiona pérdidas por productos defectuosos.

Indicadores OEE

Se han identificado tres dimensiones para hallar el OEE, estos se presentan a continuación:

Disponibilidad

“Es el tiempo de operatividad, expresado como porcentaje del tiempo disponible. Para calcular la disponibilidad, el tiempo de inactividad planificado (mantenimiento planificado. Pérdida por fallas de gestión o control) y el tiempo perdido por parada (fallas, fallas de equipos, cambios de cableado y regulaciones) deben restarse del tiempo calendario. Finalmente, divida el resultado por el tiempo disponible y multiplique por cien”, (Suzuki, 1995).

$$Disponibilidad = \frac{Tiempo\ de\ Operación}{Tiempo\ Disponible} \times 100$$

Tasa de rendimiento

“Esta tasa llamada de rendimiento de una línea de producción manifiesta la tasa de operatividad como porcentaje de la tasa estandarizada de producción. La tasa estandarizada se hace equivalente a la capacidad teórica o de diseño de la línea de producción y se denomina capacidad intrínseca de dicha planta, esta se expresa también como producción en toneladas por hora (t/h) o por día (t/d), por lo tanto, la tasa de producción del momento se expresa como un promedio y para su cálculo, se divide la producción real por el tiempo de operación”, (Suzuki, 1995).

$$Tasa\ de\ rendimiento = \frac{Tasa\ de\ producción\ real\ media\ (t/h)}{Tasa\ de\ Producción\ Standar\ (t/h)} \times 100$$

$$Tasa\ de\ producción\ real\ media = \frac{Tasa\ de\ producción\ Actua\ real\ (\frac{t}{h})}{Tiempo\ Operación}$$

Al calcular este índice, se debe considerar el tiempo perdido debido a pequeñas paradas y pérdida de velocidad. Sin embargo, estas pequeñas paradas y desaceleraciones pueden ser insignificantes e imperceptibles, y ocurren dentro de un período de tiempo indefinido, lo que dificulta que el operador controle todos estos eventos en detalle. Por lo tanto, el cálculo de este indicador se realiza como se describe anteriormente.

Tasa de calidad

“La tasa de calidad representa la cantidad de productos aceptables (producción total menos productos de baja calidad, desechos y productos reprocesados como porcentaje de la producción total). La tasa de calidad es similar a la de una planta de fabricación / montaje, (Suzuki, 1995).

$$Calidad = \frac{Producción\ Total - (perdidas\ defectos\ de\ calidad + perdidas\ reprocesos)}{Producción\ Total}$$

El producto de estas tres dimensiones (Disponibilidad, Rendimiento y Calidad) son el soporte de la eficiencia global de los equipos y por tanto la medición del indicador de efectividad global.

Este nivel de disponibilidad, rendimiento y calidad debería resultar en aproximadamente un 85%, pero estos valores dependen del tipo de industria a la que se aplican. Por lo tanto, OEE también se puede utilizar como indicador de referencia, lo que nos permite ver el estado actual de la fábrica en comparación con la competencia.

Productividad

Presentamos las definiciones de algunos autores, los cuales nos permitirán comprender la importancia de esta variable.

García A. (2011) en su libro **“Productividad y Reducción de costos para la pequeña y mediana industria”**. Establece que la productividad se define como la relación entre el producto obtenido y los insumos utilizados o los factores de producción involucrados. El autor cree que el índice de productividad representa la buena utilización de cada factor clave e importante de producción en un período de tiempo limitado.

Fernández, R. (2010) en su libro **“La mejora de la productividad en la pequeña y mediana empresa”** Muestra que, en la actualidad, todo lo relacionado con el aumento de la productividad del sistema o la relación con los bienes o servicios producidos y los factores utilizados han atraído gran atención.

Organizando y gestionando correctamente todos los procesos de la empresa según la denominada gestión de calidad total o TQM, e implementándolos de forma correcta y adecuada, se puede conseguir y aumentar la productividad. Como señalamos al hablar de calidad, debemos prestar atención a los tres principales clientes de cualquier empresa:

- Consumidor final, es el que invierte un valor por nuestros productos.
- Nuestra comunidad en su conjunto mediante la gestión ambiental.

- Nuestros clientes internos mediante la prevención de los riesgos laborales.

No basta solo con asegurarlo, se debe obtener a bajo costo, lo que requiere que el proceso lo garantice en la primera vez con un control mínimo. Esto significa prestar más atención al servicio al cliente como parte integral de la gestión empresarial y aplicar tecnologías que puedan conducir al diseño y optimización de productos y procesos para maximizar la relación calidad / costo y el plan de control más adecuado.

López J. (2013) en su libro “**+Productividad**” define la productividad con los siguientes conceptos:

Es una capacidad de la línea de producción que asume un costo por un periodo de operatividad, para generar riqueza y beneficios.

Esta variable también se interpreta como un rango de participación, individual, grupal, organizacional, empresarial e inclusive como país.

La productividad requiere eficiencia, ante todo para utilizar los recursos básicos sin desperdiciar uno mismo; tiempo, espacio y energía material; para reducirlos; realizar las actividades lo antes posible; lograr ahorros a través de la acción rápida; recurrir a aplicaciones científicas en tecnología creativa; Es una síntesis de dos propósitos inseparables; el ahorro de recursos y la velocidad de procesamiento para producir o crear.

Rodríguez C. en su libro “**La cultura de la calidad y productividad en las empresas**” hace referencia a otros criterios que nos permite dar mayor precisión al termino Productividad.

- Tomar la eficiencia como concepto clave, es decir, si no se logra la misión de la empresa, la eficiencia es inútil, por lo que por muy alta que se logre la eficiencia, la realización de las metas organizacionales es inútil. Cuando se logra el objetivo deseado haciendo las cosas correctamente mejorando la eficiencia y la efectividad, la efectividad puede derivarse con precisión.
- Establecer que la productividad tenga un impacto positivo en los clientes solo se puede lograr mejorando la calidad de los productos y servicios que

no solo pueden satisfacer sus necesidades, sino también superar sus expectativas.

- Adoptar como componente de la productividad el aspecto fundamental de la responsabilidad social de la organización, esto significa, la superación en la gestión directiva, pues en ella se reconocen los limitantes existentes y que se relacionan con el respeto a la ecología, las actividades relacionadas a la ética en los negocios y su contribución económica a la sociedad en la cual se encuentra.

Gutiérrez H. (2014) en su libro “**Calidad y Productividad**”, para el autor el concepto de esta variable, están asociados con los resultados que se obtendrían en una línea de proceso o producción, por lo que aumentar la productividad es obtener mayores fines tomando en cuenta los recursos utilizados para obtenerlos. En consecuencia, esta variable se calcula utilizando el cociente que comprende a los resultados obtenidos y los recursos utilizados. Las consecuencias pueden medirse a través de unidades fabricadas, en productos vendidos o en ganancias, por lo tanto, los recursos utilizados pueden cuantificarse por la cantidad de colaboradores, tiempo total utilizado en horas máquina, etc. Dicho de otro modo, la medición de la productividad es resultado de asignar un valor pertinente a los recursos utilizados para fabricar o producir muchos resultados. También afirma que es usual ver esta variable a través de dos componentes:

Eficiencia. “Es con simpleza la relación que existe tomando el resultado obtenido y los recursos empleados; conseguir eficiencia es optimizar los materiales utilizados y tratar de que no exista mal uso de recursos”, (Gutiérrez, 2014).

Eficacia. “Viene a ser el nivel en que se desarrollan las tareas planificadas y se obtienen los resultados establecidos; dicho de otro modo, la eficacia se puede observar como la capacidad de obtener el resultado que se propone o se desea, la eficacia establece emplear los recursos para la obtención de los fines establecidos es decir realizar lo planeado”, (Gutiérrez, 2014).

De lo mostrado, si se realiza el producto de eficiencia por eficacia, se obtiene una productividad media de 40%, lo que nos permite establecer potencial y la oportunidad que pueda existir de mejorar el trabajo y en la organización haciendo uso de planes de mejora continua.

La medición de la productividad a través de sus factores.

García (2011) establece que se identifican tres factores fundamentales a los que hay que establecer mucha importancia. Estos factores se diferencian en su actuar, pero mantienen un equilibrio pertinente, pues se interrelacionan. Cada uno de estos pueden dar un incremento en la medición del rendimiento utilizando el mínimo costo, cuyo resultado puede ser medido a través de un índice llamado productividad. La congruencia de los resultados de estos factores establecerá el total de su aporte a la productividad de la organización empresarial.

Factor capital. este factor involucra el total de inversión en los recursos físicos que participan como inputs en la elaboración de productos, estos recursos vienen a ser solo un componente del activo fijo de la empresa. Podemos citar algunos ejemplos, entre ellos activos, como edificios, terrenos, maquinaria, herramientas y útiles de trabajo.

Entonces lo que se invierta en estos recursos para la fabricación debe recuperarse en un periodo pertinente y obviamente con beneficios con la finalidad de que sea redituable para la organización empresarial.

Factor Gente. se conoce que por la importancia que tiene los activos para una organización empresarial; no menos importante es el recurso humano que es parte de ella. Estos factores, activo y recurso humano, no son ambivalentes, los dos se interrelacionan, por lo tanto, su importancia depende de las particularidades de cualquier sector industrial.

Factor tecnología. este factor que involucra a las aplicaciones de la informática ha comprometido a una serie que ha procreado una serie de sectores industriales subsidiarios, como podría ser la elaboración de multicomponentes, servicios de información, programas y paquetes de software.

Factores que influyen en la productividad.

Se ubicó a Fuentes (2012) que en su trabajo de investigación señala la existencia de cuatro factores preponderantes principales relacionados con la productividad en las organizaciones empresariales; siendo estas, el contexto, las peculiaridades de la empresa, las características de la actividad, las aptitudes y actitudes del capital humano.

El contexto. en esto se pueden mencionar las normas, principios y leyes establecidas por el sector público, los valores cambiantes y actitudes sociales que involucran a las personas, las variantes en tecnología, el valor de la materia prima, energía y otros.

Características del trabajo. la conducta laboral de los individuos, influencia en el desempeño y la efectividad de la organización empresarial y la forma en que el recurso humano se interrelacionan entre sí y la manera en que estas se tratan, influye de forma objetiva en el desarrollo de las tareas en el interior de la organización empresarial.

Para que la empresa sea productiva es necesario establecer estrategias, las cuales proponemos: establecer habilidades y capacidades pertinentes, elegir a los integrantes del recurso humano para los lugares claves, determinar un plan presupuestal que genere estrategia, instaurar una gestión administrativa en la parte interna, generar un sistema administrativo de incentivos y recompensas relacionados de forma directa con objetivos y estrategias.

Elementos para incrementar la productividad.

Según Bain (2003) establece que hay dos factores que contribuyen a la mejora sustancial de la productividad.

Factores internos.

Son susceptibles de variarse más prudentemente que otros, ello lleva a clasificarlo en dos tipos que son, duros y blandos. Los factores duros establecen productos, tecnología, materia prima; en tanto los factores blandos establecen, fuerza de trabajo, sistemas y procedimientos empresariales, estilos de dirección y métodos de operatividad.

A. Factores duros

Producto. Este factor debe satisfacer las exigencias del cliente

Planta y equipo. Este factor involucra, el poner atención al rendimiento, actualización, costos, inversión, plan de mantenimiento, capacidad

Tecnología. Este factor es clave, pues permite alcanzar tamaños óptimos de capacidad en bienes y servicios

Materiales y energía. Este factor permite obtener mejores resultados a través del manejo racional de las materias primas e insumos.

B. Factores blandos.

Persona. Este factor involucra la cooperación y participación de los colaboradores, utilizando una excelente motivación, que involucre estrategias como una adecuada política de sueldos y salarios; y de programas de seguridad.

Organización y sistemas. Este factor debe convertirse en más flexible y de ser capaz de prever los cambios en el mercado, estar pendientes de nuevas competencias de la mano de obra, innovaciones tecnológicas y fortalecer la comunicación en todos los niveles jerárquicos.

Métodos. Realizar una evaluación sistemática de los métodos originales, eliminando el trabajo innecesario y realizando la actividad establecida con más eficacia, pudiendo utilizar el estudio del trabajo.

Estilos de dirección. Establecer el uso eficaz de los recursos inmersos en el control de la organización empresarial, esto porque influye en la estructura organizacional de la empresa, las políticas de personal, análisis del puesto de trabajo, planificación y control de producción, políticas de mantenimiento y compras, costos de capital, técnicas de control de costos y otros.

Factores externos.

Las organizaciones empresariales se preocupan por identificar las razones factibles del incremento o del decremento de la productividad.

Entre estos factores podemos mencionar.

Ajustes estructurales. Las modificaciones estructurales del entorno social determinan frecuentemente la productividad nacional que involucran a las organizaciones empresariales, sin embargo, en el largo plazo los cambios sociales tienden a modificar esta estructura.

Cambios económicos. El paso de la industria manufacturera al sector servicio; y por otro lado las variantes en la estructura del capital, como también las actividades de investigación, desarrollo y tecnología, economías de escala, y competitividad industrial factores a tomar en cuenta.

Cambios demográficos y sociales. En estos se pueden diferenciar, tasas de natalidad y mortalidad, pues a largo plazo se manifiesta una tendencia que tenga repercusión en el mercado como fuerza laboral, además de incorporar a las mujeres a la fuerza de trabajo, además de edad de jubilación, valores y actitudes culturales.

Administración pública e infraestructura. En este están comprendidas leyes, reglamentos, normas que se aplican y que tienen repercusión en la productividad.

Productividad, tipos.

Parcial. Es la razón entre la cantidad producida y un solo tipo de insumo.

Multifactorial. Es la razón de la producción neta con la suma asociada con los factores de insumo de mano de obra y capital.

Total. Es la relación entre la producción total y la suma de todos los factores de insumo.

1.4 Formulación del problema.

Problema General

¿De qué modo mejora la productividad en el proceso de perfilado de metales, a través de la implantación del Mantenimiento Productivo Total, en el área de perfiles drywall en la empresa Metal Mecánica S. A. Lima, 2016?

Problemas Específicos

- ¿De qué manera mejora la eficacia en el proceso de perfilado de metales, con la implementación del Mantenimiento Productivo Total, en el área de perfiles drywall en la empresa Metal Mecánica S.A. Lima, 2016?
- ¿De qué manera mejora la eficiencia en el proceso de perfilado de metales, con la implementación del Mantenimiento Productivo Total, en el área de perfiles drywall en la empresa Metal Mecánica S.A. Lima, 2016?

1.5 Justificación del Estudio.

Cuando en una investigación, las acciones se orientan a la resolución de un problema, por lo tanto, es menester generar una justificación que expliquen los motivos que ameriten el estudio, así mismo es necesario determinar sus dimensiones para establecer su viabilidad, (Bernal, 2010).

Teórica

El presente estudio tiene una significancia teórica y se justifica porque cuenta con el respaldo conceptual del Mantenimiento Total Productivo (TPM), herramienta que forma parte de la mejora continua, aplicada a organizaciones que buscan ser competitivas, posteriormente esta tesis puede ser utilizado como referencia para otros estudios, que busquen mejoras en sus procesos.

Práctica

Esta investigación tiene una justificación práctica, debido a que la implementación del Mantenimiento Total Productivo ayudara a resolver los problemas ya identificados en el área de perfiles drywall.

Económica

La justificación en la parte económica está basada, en los beneficios que obtiene el área de perfiles drywall y por consiguiente la organización con la implementación de la metodología TPM.

Con la reducción de tiempos de set up, reducción en horas de parada por mantenimiento, y la disminución de las mermas en el proceso se busca tener un impacto positivo sobre los costos, logrando la mejora en la productividad.

Metodológica

Esta investigación tiene una justificación Metodológica, por la implementación del TPM que es un método nuevo en el área de perfiles drywall, dentro de las estrategias que propone esta la capacitación con el cual se generan nuevos conocimientos en el personal del área.

1.6 Hipótesis

Hipótesis General

La aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la Productividad, del proceso de perfilado de metales del área de perfiles drywall en la empresa Metal Mecánica S.A. Lima 2016

Hipótesis Específica

- La aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficacia, del proceso de perfilado de metales del área de perfiles drywall en la empresa Metal Mecánica S.A. Lima, 2016
- La aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficiencia, del proceso de perfilado de metales del área de perfiles drywall en la empresa Metal Mecánica S.A. Lima, 2016.

1.7 Objetivos

General

Determinar de qué manera la aplicación del Mantenimiento Productivo Total, mejora la productividad, del proceso de perfilado de metales en el área de perfiles drywall en la empresa Metal Mecánica S.A. Lima 2016

Específicos

- Determinar de qué manera la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficacia, del proceso de perfilado de metales en el área de perfiles drywall en la empresa Metal Mecánica S.A. Lima 2016
- Determinar de qué manera la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficiencia, del proceso de perfilado de metales en el área de perfiles drywall en la empresa Metal Mecánica S.A. Lima 2016.

II MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

Tipo de Investigación

Esta investigación fue de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo, pues esta clase de estudio aplica la teoría a un problema concreto, en circunstancias y características concretas con el objetivo de solucionar dicho problema.

Diseño de la investigación

En el presente estudio el diseño fue experimental, de tipo pre experimental, pues estos son aquellos en los que el investigador no ejerce ningún grado de control sobre las variables externas o intervinientes, tampoco existe asignación aleatoria de los elementos que participan de la investigación y no existe grupo de control, en el presente caso se consideró un grupo con medición pretest y postest.

2.2 Variables

En esta investigación se estudió las siguientes variables:

Variable independiente

Total, Productive Maintenance (TPM), cuya traducción, Mantenimiento Productivo Total, viene a ser una nueva filosofía de trabajo en áreas de producción en donde existen líneas de producción manufactureras relacionadas con el mantenimiento, considerando otros factores como, participación masiva del personal, eficacia y eficiencia total, gestión del mantenimiento de equipos y otros aspectos complementarios, (Cuatrecasas y Torres, 2010).

Variable dependiente

Productividad en el proceso de perfilado de metales

Optimizar los controles en los procesos buscando mejorar la eficacia y eficiencia del proceso de perfilado, actividad que se realiza por deformación plástica aplicadas a láminas metálicas, esta se inicia desde una bobina metálica donde inicialmente pasa por un proceso de corte, donde se le da la medida al desarrollo de los flejes los cuales serán trabajados en las máquinas perfiladoras

Operacionalización de variables

Gráfico 4 Operacionalización de variables

APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE PERFILADO DE METALES EN EL AREA DE PERFILES DRYWALL EMPRESA METAL MECANICA S.A, LIMA, 2016				
Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
VI: MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	El mantenimiento Productivo Total es una nueva filosofía de trabajo en plantas productivas que se genera en torno al mantenimiento, pero que alcanza y enfatiza otros aspectos como son: Participación de todo el personal de la planta. Eficacia total, sistema total de gestión del mantenimiento de equipos desde su diseño hasta la corrección y la prevención (Lluís Cuatrecasas, Francesca Torres. Pág. 33)	La investigación se fundamenta en el estudio de la variable, aplicación del Método Mantenimiento Productivo Total, donde sus cinco dimensiones y sus respectivos indicadores serán medidos mediante Análisis de datos numéricos en el área de perfiles drywall en la empresa Metal Mecánica S.A Lima. 2016	Mantenimiento Autónomo	$OEE = D * E * C$ OEE=Eficiencia global de los equipos D=disponibilidad E=eficiencia C=calidad
			Mantenimiento Planificado	
			Mantenimiento Predictivo	
			Gestión del mantenimiento asistida por ordenador (GMAO)	
			Prevención del mantenimiento	
VD: PRODUCTIVIDAD	La Productividad, tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o en un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. (Humberto Gutiérrez Pulido, pág. 20)	La investigación se fundamenta en el estudio de la variable Productividad, donde sus dimensiones eficaces y respectivos indicadores serán medidos mediante análisis de datos numéricos en el área de perfiles drywall en la empresa Metal Mecánica S.A Lima, 2016	Eficacia	$Efca = \frac{\text{Nº OF a tiempo}}{\text{meta}} \times 100$
			Eficiencia	$Efi = \frac{\text{Ins. programados}}{\text{Ins. utilizados}} \times 100$

2.3 Población y Muestra

Población

Para el desarrollo de la investigación se consideró como población al número total de órdenes de fabricación (OF) generadas por mes expresado en unidades a lo largo de seis meses.

Muestra

El tamaño de la muestra para el presente estudio es la misma que la población, eso quiere decir que la muestra fue censal.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En primer lugar, presentaremos las técnicas utilizadas las cuales se presentan a continuación:

Técnicas de recolección de datos

- Evaluación de competencia del Personal.

Donde mediremos el nivel de competencias que tienen los operadores de las cuatro líneas.

- Análisis del reporte de paradas de máquina.

Consiste en revisar y analizar los reportes de parada de máquina, los mismos que son llenados por los operadores de máquina, durante los turnos de trabajo.

- Hojas de registro de datos.

En esta hoja se registran los trabajos de mantenimiento autónomo y preventivo realizado en cada máquina, lo que nos permitirá tener una data más fiable sobre las actividades antes mencionadas.

- Informe de producción.

Archivo en el cual se registran las incidencias de cada turno, en ella también se indican las cantidades de producción, consumo de MP, producto terminado en

buen estado y la merma generada en el proceso. Así mismo las horas hombre utilizadas por cada actividad realizada

Tabla 3 *Técnicas e instrumentos*

Técnica	Instrumento
Evaluación de competencia del personal	Formato para evaluar la capacidad de los trabajadores
Análisis del reporte de paradas	Reporte de paradas, programadas y no programadas
Hoja de registro de datos	Formato para medir nivel de cumplimiento de los mantenimientos preventivos
Informe de producción	Archivo donde se registran las incidencias de cada turno, en ella se cargan datos de consumos de MP y horas hombre por cada actividad realizada.

Fuente: Elaboración propia

Instrumentos de recolección de datos

- Formato de evaluación de capacidades del trabajador
- Reporte de paradas no programadas
- Hoja de registro de datos
- Informe de producción

Validación y confiabilidad del instrumento

Confiabilidad

De acuerdo con Hernández (2016), en un instrumento de recolección de datos se necesita determinar su confiabilidad, por lo tanto, es el grado en que su aplicación reiterada al mismo elemento de estudio genera resultados iguales, para ello es necesario utilizar diversas técnicas.

Validación

Según Hernández (2016), en un instrumento de recolección de datos es necesario establecer la validación del mismo y en aspectos generales esta se refiere al nivel en que un instrumento realmente mide la variable que se desea medir.

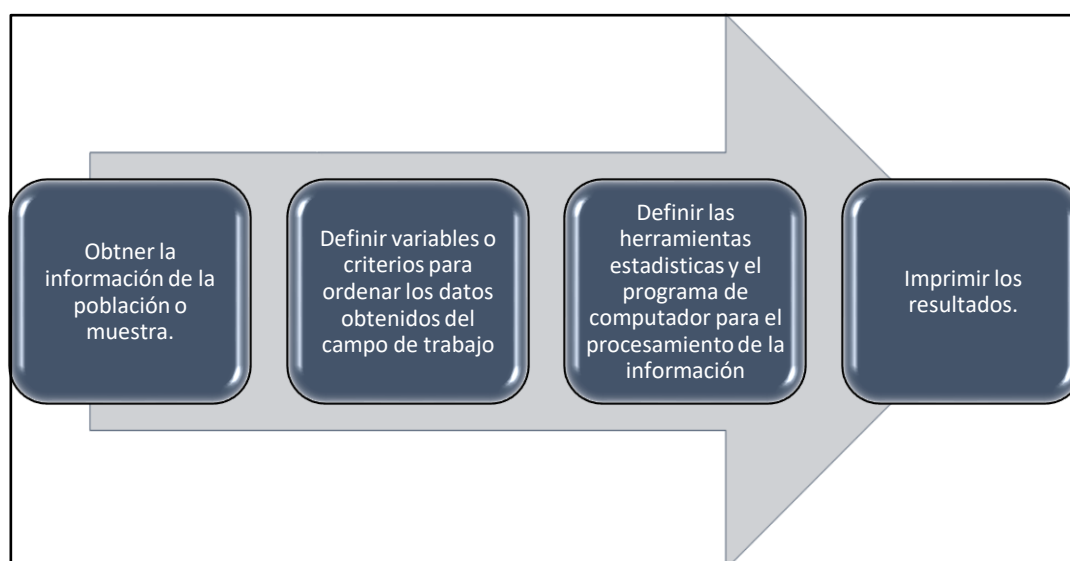
Para nuestro estudio la validación del instrumento, fue sometida a un juicio de expertos y la confiabilidad se determinó por los datos recogidos de los registros de la empresa de estudio y son fuente confiable.

2.5 Métodos de análisis de datos

De acuerdo con Bernal (2010), el análisis de datos consiste en ordenar y procesar los datos (dispersos, desordenados, individuales) recolectados de la muestra considerada para el estudio durante el periodo establecido para la investigación, y producto de ello se debe generar resultados (datos agrupados y ordenados), a continuación, se desarrollará el análisis de acuerdo a los objetivos e hipótesis planteadas para la investigación.

El método a seguir para efectuar el análisis de datos, será como se indica en la siguiente gráfica.

Gráfico 5 Flujo del método para el análisis de datos



Fuente: Elaboración propia

Como población para este estudio se determinó las cuatro perfiladoras de láminas de metal.

- Las variables sobre las que se trabajaran son las horas de paradas programadas y no programadas en las cuatro máquinas.
- Como herramientas de análisis se utilizó la estadística descriptiva e inferencial, en el cual se determinó en primer lugar la prueba de normalidad y posteriormente la validación de hipótesis mediante el estadístico t-student o wilcoxon de acuerdo al resultado de la prueba de normalidad.

2.6 Aspectos Éticos

En cuanto a la ética de la investigación, el investigador respetó la autenticidad, confidencialidad, integridad de los datos, así mismo los resultados son veraces y el contenido del estudio corresponde a lo trabajado por el investigador y su autenticidad es propia, por lo tanto, respeta los principios éticos de la Universidad Cesar vallejo.

Desarrollo de la Propuesta

Situación actual

Proceso productivo

Dentro de los sistemas productivos de Metal Mecánica S.A. Sin duda el proceso de producción es una de las funciones más importantes de la empresa, el objetivo que se persigue es mejorar la productividad, que tiene como uno de sus pilares importantes las competencias profesionales de los integrantes del equipo.

Metal Mecánica S.A se preocupa en mantener el equilibrio y contar con los componentes imprescindibles como mano de obra, los equipos y el capital, buscando mejorar la efectividad y eficiencia en los procesos productivos.

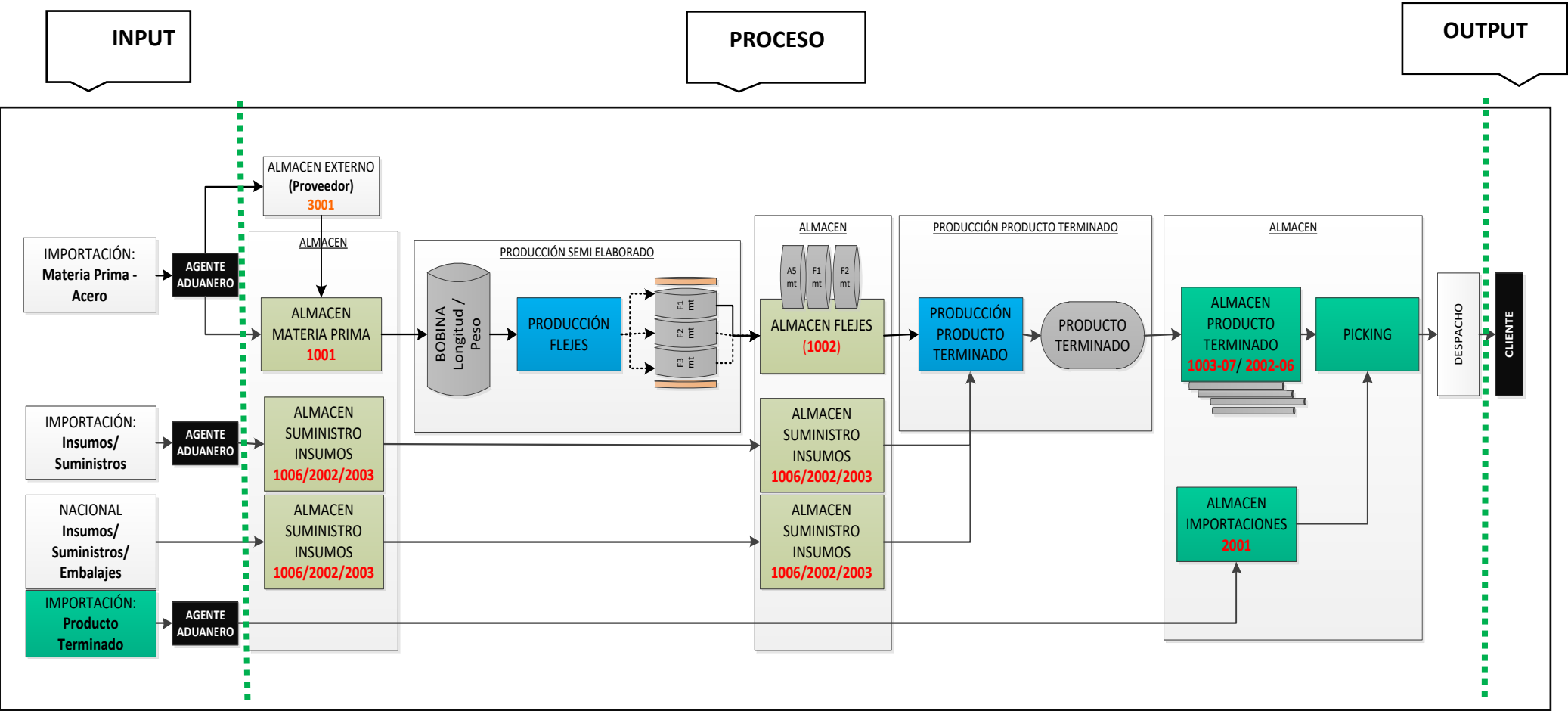
Cada etapa como los Input, Proceso y los Outputs, están bien definidos, la materia prima de mayor importancia con la sé que trabaja es el acero. Ver gráfico 6

La investigación está enfocada en el proceso de producción de perfiles drywall.

Metal Mecánica S.A tiene dos sistemas de producción.

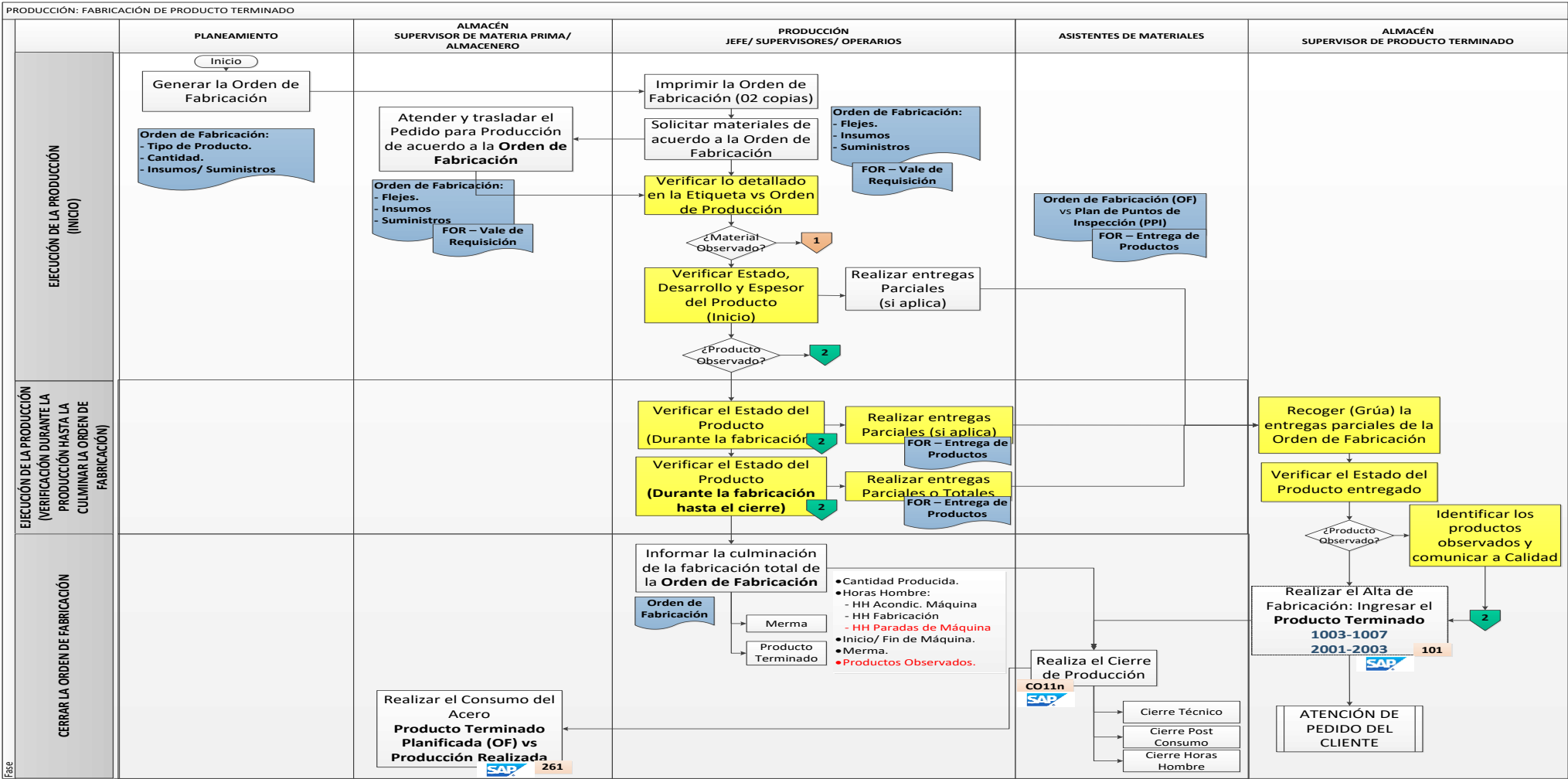
- **Producción sobre pedido.** El producto en cuestión se fabrica solo después de haberse concretado la venta.
- **Producción para stock.** Se caracteriza por ser una producción intermitente y que se anticipa a futuros grandes pedidos para, de este modo, poder cumplir los plazos.

Gráfico 6 Proceso Productivo



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 7 Diagrama de Flujo del Proceso Productivo



Fuente: Elaboración propia

Capacidad instalada del área de perfiles Drywall.

El área tiene una capacidad instalada de 3650 TM mensuales, actualmente solo se utiliza 15.31% de toda su capacidad, esto debido a los problemas existentes, el crecimiento del sector construcción avizora un incremento de la demanda de los perfiles drywall, por ello la necesidad de mejorar la productividad del área, no obstante, existen otras empresas en el mercado que también fabrican estos productos, lo que obliga a la organización a mejorar y ser más competitivo en cuanto a precios, calidad, rapidez en las entregas buscando siempre satisfacer las necesidades de sus clientes.

En los siguientes cuadros y gráficos se describe las capacidades, formatos y Diagramas de Operaciones del Proceso de las líneas en estudio,

Tabla 4 *Velocidad de trabajo en las 4 líneas*

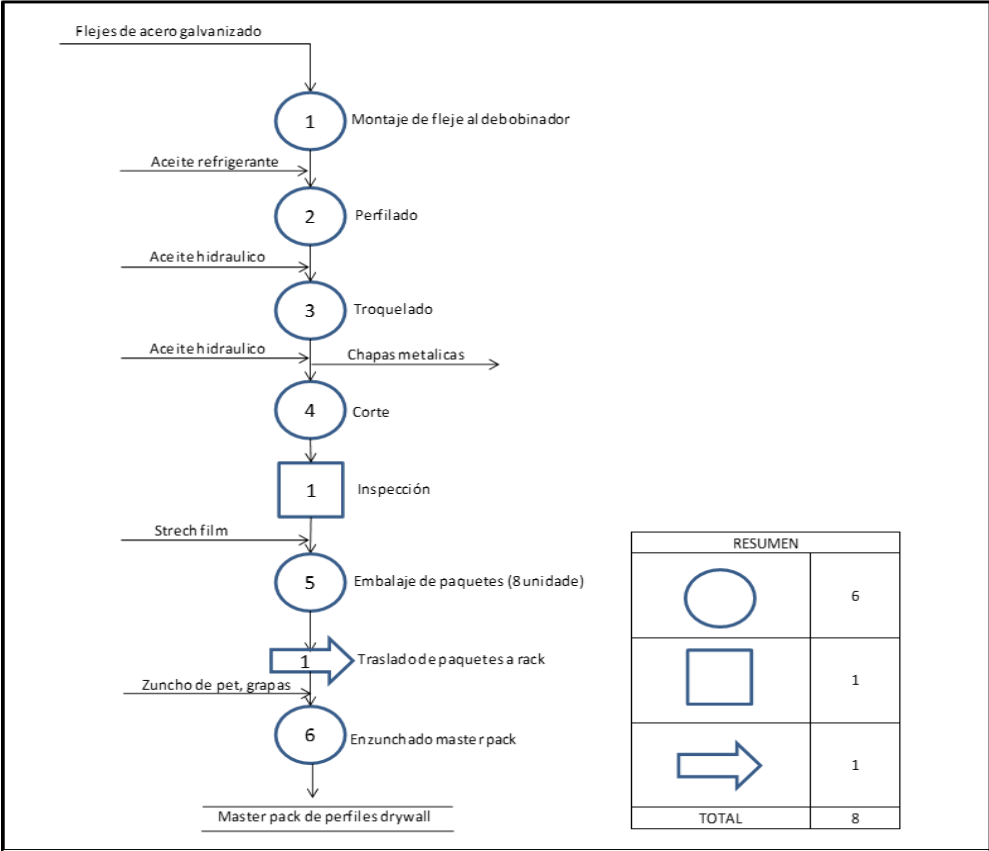
Línea	Año de instalación	Tipos de producto	Formatos	Velocidad m/min
1	1999	Angulo esquinero	Único	28
2	2000	Perfil Riel	R 39 - R 65 - R 90	29
3	2000	Perfil Parante	P 38 - P 64 - P 89	31
4	2012	Perfil Parante	P 64 - P 89	100

Fuente: Elaboración propia

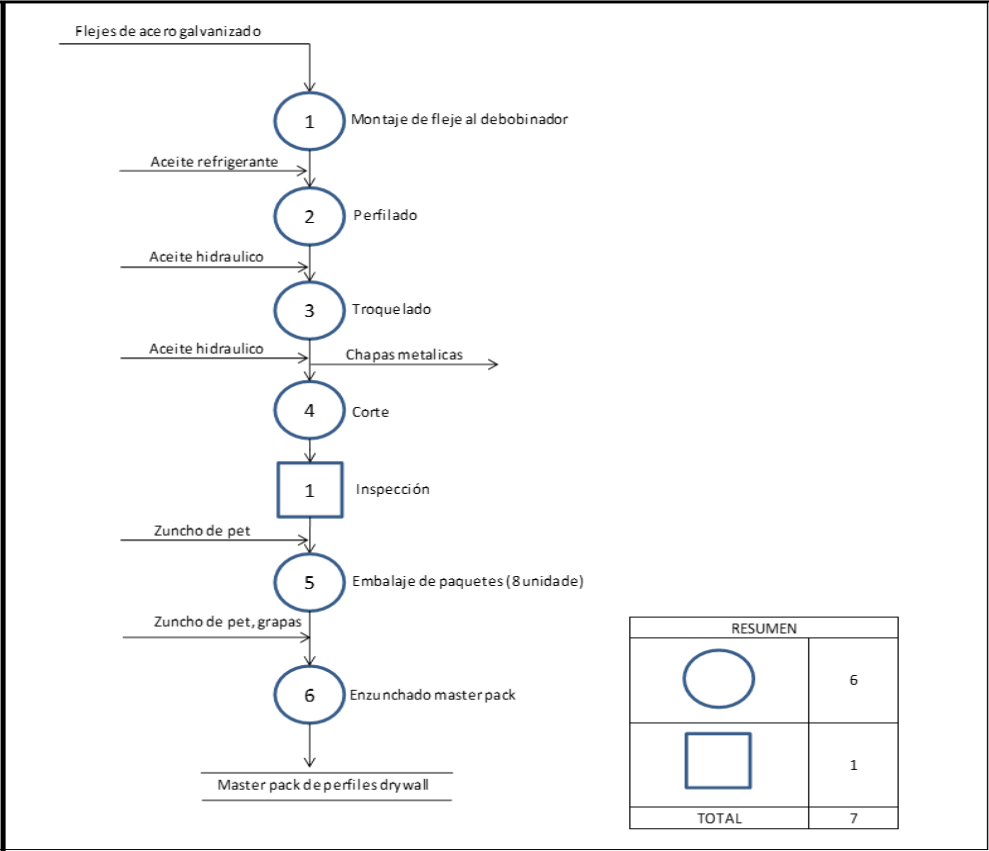
En el grafico 8 se muestran los Diagramas de Operaciones del Proceso antes de la implementación del TPM, el diagrama 9 nos muestra las modificaciones que se realizaron después de la implementación

Gráfico 8 Diagrama de operaciones y procesos

Perfiladoras 1, 2 y 3

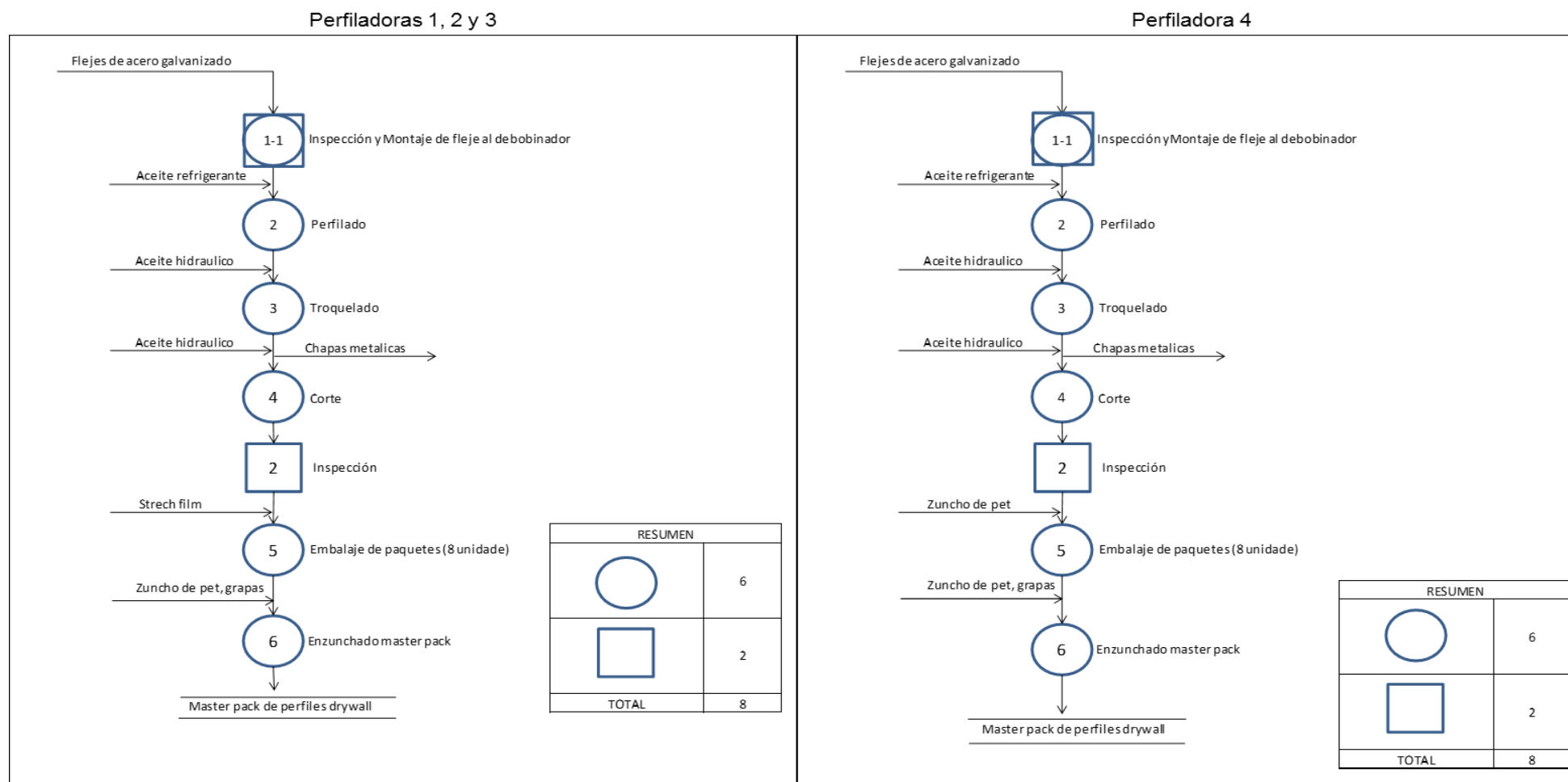


Perfiladora 4



Nota: Diagrama de flujo utilizado antes de la implementación. Fuente de elaboración propia

Gráfico 9 Diagrama de operaciones y procesos



Nota: Diagrama de operaciones y procesos utilizado después de la implementación. Fuente de elaboración propia

Análisis de la variable independiente.

Las dimensiones de la variable independiente que se tomaran en cuenta para la investigación fueron: (a) Mantenimiento autónomo, (b) Mantenimiento planificado

- **Mantenimiento Autónomo.** - esta dimensión será analizada con el indicador que se desarrolla a continuación.

Indicador: Eficiencia Global del Equipo OEE

Formula: Disponibilidad x Eficiencia x Calidad

Tabla 5 OEE Semestre 1 - 2015

	Meses	OEE	Disponibilidad	Eficiencia	Calidad
Línea 1	Ene-15	59.71%	75.00%	80.00%	99.52%
	Feb-15	61.12%	77.00%	81.00%	98.00%
	Mar-15	55.71%	73.00%	79.00%	96.60%
	Abr-15	56.43%	76.00%	75.00%	99.00%
	May-15	55.84%	74.00%	77.00%	98.00%
	Jun-15	57.09%	73.00%	79.00%	99.00%
Línea 2	Ene-15	50.72%	69.00%	75.00%	98.00%
	Feb-15	51.84%	68.00%	77.00%	99.00%
	Mar-15	46.66%	65.00%	74.00%	97.00%
	Abr-15	49.25%	67.00%	75.00%	98.00%
	May-15	48.23%	68.00%	72.00%	98.50%
	Jun-15	48.56%	65.00%	75.00%	99.60%
Línea 3	Ene-15	65.21%	78.00%	84.00%	99.52%
	Feb-15	58.04%	70.00%	83.00%	99.90%
	Mar-15	54.18%	71.00%	79.00%	96.60%

	Meses	OEE	Disponibilidad	Eficiencia	Calidad
	Abr-15	61.20%	73.00%	84.00%	99.80%
	May-15	59.05%	75.00%	79.00%	99.66%
	Jun-15	58.81%	72.00%	82.00%	99.60%
Línea 4	Ene-15	33.21%	42.85%	77.87%	99.52%
	Feb-15	32.75%	50.25%	65.23%	99.90%
	Mar-15	31.62%	47.20%	69.35%	96.60%
	Abr-15	32.89%	45.64%	72.21%	99.80%
	May-15	34.08%	48.24%	70.90%	99.66%
	Jun-15	37.41%	51.92%	72.34%	99.60%

Fuente: Elaboración propia

- **Mantenimiento Planificado.** - Como en el caso anterior trabajaremos un indicador.

Indicador: Tasa de cumplimiento PM (Mantenimiento Preventivo)

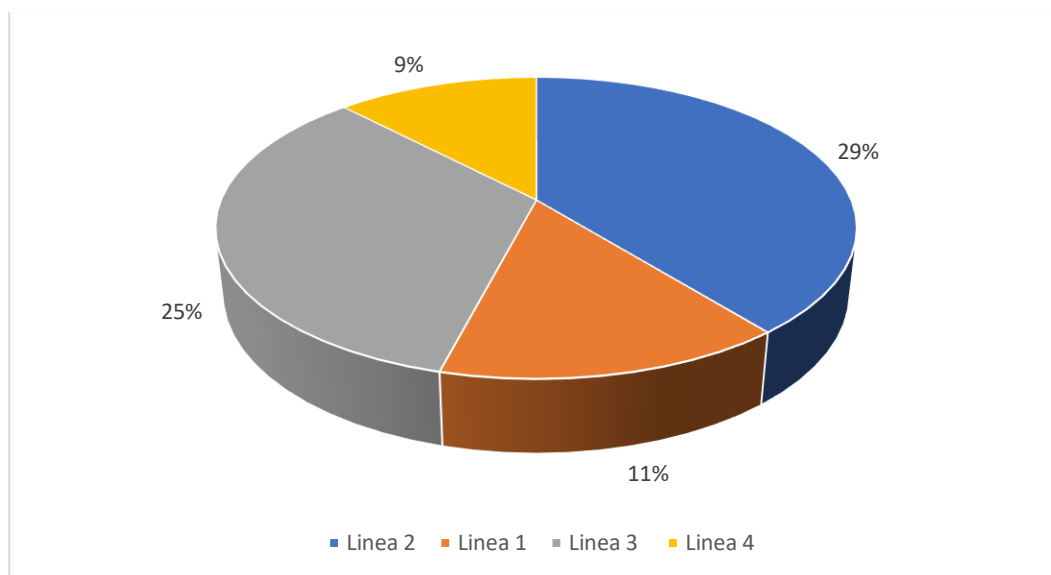
$$\text{Formula: } \frac{\text{Total Trabajos MTTO Preventivo}}{\text{Total trabajos de PM Programados}} \times 100$$

Tabla 6 Cumplimiento del MTTO Planificado

Líneas	Total, PM Programado	Total, MTTO Preventivo	Tasa de Cumplimiento
<i>Línea 1</i>	9	1	11%
<i>Línea 2</i>	7	2	29%
<i>Línea 3</i>	8	2	25%
<i>Línea 4</i>	11	1	9%
Total	35	6	17%

Elaboración propia

Gráfico 10 Tasa de cumplimiento de MP



Fuente: Elaboración propia

Después de aplicar la fórmula sobre los datos recopilados en el primer semestre del 2015, los resultados indican que el porcentaje de cumplimiento de las tareas de mantenimiento planificado es de 17%.

Los resultados que se muestran luego del análisis de las variables independientes influyen directamente en las dimensiones de la variable dependiente.

Análisis de la variable dependiente.

“Productividad del proceso de perfilado”

Para este análisis se consideraron dos dimensiones teniendo un indicador para cada uno de ellos.

- Eficacia
- Eficiencia

A. Eficacia. -

Indicador: cumplimiento de fechas programadas

Formula:
$$\frac{N^{\circ} OF \text{ cerradas en fecha}}{Meta}$$

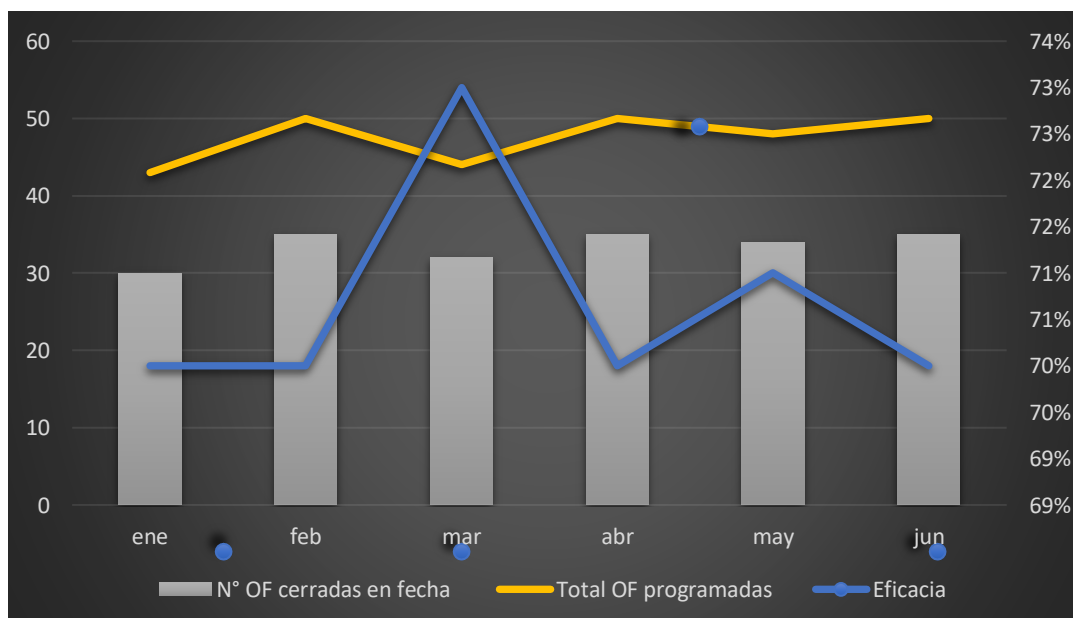
$$\text{Cumplimiento de fechas programada} = \frac{201}{285} = 0.71$$

Tabla 7 Cumplimiento del plan de producción

	ene	feb	mar	abr	may	jun	Total, semestre
Total, OF programadas	43	50	44	50	48	50	285
N° OF cerradas en fecha	30	35	32	35	34	35	201
Eficacia	70%	70%	73%	70%	71%	70%	71%

Elaboración propia

Gráfico 11 Línea de tendencia del plan de producción



Fuente: Elaboración propia

El análisis desarrollado muestra que el porcentaje de cumplimiento de cierre de OF en las fechas programadas es muy variable, obteniendo el mejor valor en el mes de marzo con un 73% de cumplimiento, al cierre del 1er semestre del 2015 se tiene un cumplimiento promedio de 71%. Lo que origina reprogramaciones en el plan de producción, además de incrementar las horas hombre.

B. Eficiencia. -

Indicador: insumos utilizados en ordenes de producción

Formula:
$$\frac{\text{Insumos programados OF}}{\text{Insumos utilizados OF}}$$

Los insumos que se consideran en una orden de fabricación son los siguientes:

Tabla 8 *Insumos asignados a las Órdenes de Fabricación*

Insumos	Und.
Acero	TM
MO	HH
Máquina	HM
Zuncho	Roll
Strech film	Caja
Lubricantes	Gln
Tintas para impresora	Und
Solventes para impresora	Und
Agua	Its
Energía Eléctrica	Watts
Gas Natural	Gln
Alquiler de local	M2

Fuente: área de planeamiento

Tabla 9 Insumos asignados vs insumos utilizados

	ene	feb	mar	abr	may	jun
Insumos programados	\$373,309	\$439,447	\$433,579	\$417,752	\$398,412	\$474,824
Insumos utilizados	\$429,762	\$484,336	\$484,820	\$496,417	\$457,091	\$538,353
Eficiencia	87%	91%	89%	84%	87%	88%

Fuente: Elaboración propia

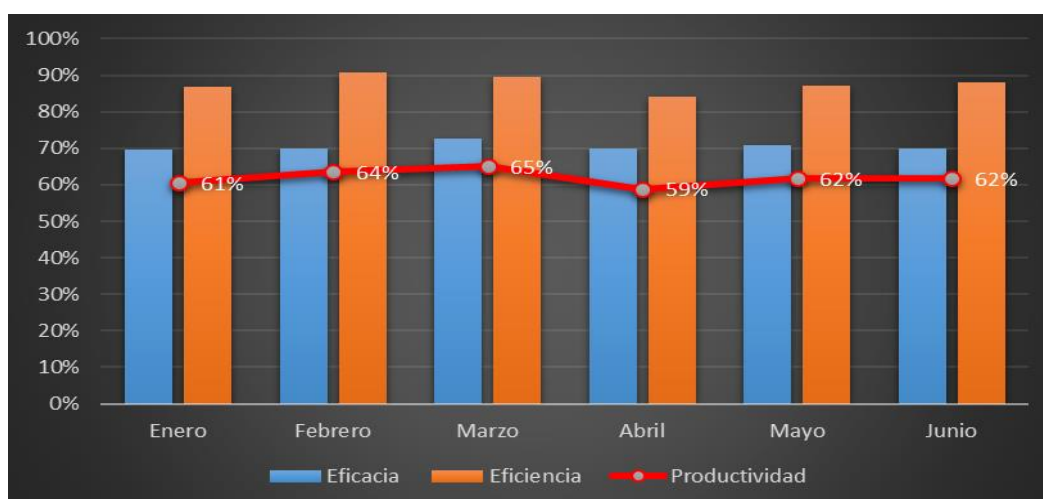
Aplicando la formula a los datos de los insumos programados y utilizados en el primer semestre del año 2015, la eficiencia promedio que se obtiene en el área de perfiles drywall es de 88% desde otro punto de vista también podemos decir, que el área tiene una deficiencia de 12%

Tabla 10 Productividad Semestre 1 - 2015

	ene	feb	mar	abr	may	jun
<i>Eficacia</i>	70%	70%	73%	70%	71%	70%
<i>Eficacia</i>	87%	91%	89%	84%	87%	88%
Productividad	61%	64%	65%	59%	62%	62%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 12 Evolución de la productividad semestre 1 - 2015



Fuente: Elaboración propia

El gráfico 12 muestra la evolución de la productividad durante del primer semestre 2015, se puede ver que en el primer trimestre la productividad que se obtuvo fue 63% en promedio. En el segundo trimestre se nota una caída de dos puntos porcentual, logrando una productividad de 61%.

Propuesta de mejora

Plan de formación y la implantación del mantenimiento productivo total (TPM)

Tabla 11 Cronograma de implementación

N°	Actividad	2-Ene	3-Ene	4-Ene	5-Ene	6-Ene	7-Ene	8-Ene	9-Ene	10-Ene	11-Ene	12-Ene	13-Ene	14-Ene	15-Ene
1	Planificación de la formación: conceptos, fechas.														
2	Diseño de sencillos manuales de aplicación														
4	Diseño de las hojas de registro de datos														
5	Descripción de la ficha de operación del puesto de trabajo														
6	Descripción de herramientas de útiles del puesto de trabajo														
3	Formación, motivación e implicación del personal														
7	Diseño de planes de vigilancia de la producción														

8	Diseño de las tareas y frecuencias de las operaciones de mantenimiento														
9	Diagramas de actuación frente a la detección de defectos														
10	Hoja de instrucciones generales														

Fuente: Elaboración propia

Implantación de la mejora

La implantación del TPM en la planta de perfiles drywall tiene como objetivo fundamental la mejora de la productividad en el área de perfiles drywall.

Las actividades TPM estarán concentradas, en la eliminación de tiempos muertos o de vacío, reducción de horas trabajadas con velocidades menores a la velocidad estándar así también la reducción de las mermas y defectos en los productos originados por fallas y deterioro de los equipos y sus componentes.

Etapas de la implantación

El desarrollo de la metodología se llevará a cabo en cuatro fases diferenciadas entre sí con objetivos propios en cada fase:

- Preparación
- Introducción
- Implementación
- Estabilización

Estas fases fueron desdobladas en 12 etapas, cada una de ellas más específicas, desde la política de inicio hasta la consolidación de la implantación.

Tabla 12 *Fases de la implementación*

Fase	Etapas	Aspectos de gestión
1.Preparación	1. Decisión de aplicar el TPM en la empresa	La alta dirección hace público su deseo de llevar a cabo un programa TPM a través de reuniones internas, boletines de la empresa, etc.
	2. Información sobre TPM	Campañas informativas a todos los niveles para la introducción.
	3. Estructura promocional de TPM	Formar comités especiales en cada nivel para promover TPM. Crear una oficina de promoción del TPM.
	4. Objetivos y políticas básicas de TPM	Analizar las condiciones existentes, establecer objetivos, prever resultados.
	5. Plan maestro de desarrollo del TPM	Preparar planes detallados con las actividades a desarrollar y los plazos de tiempo que se prevean para ello.
2.Introducción	6. Arranque formal del TPM	Conviene llevarlo a cabo invitando a clientes, proveedores y empresas o entidades relacionadas.
3.Implantación	7. Mejorar la efectividad del equipo.	Seleccionar un(os) equipo(s) con pérdidas crónicas y analizar causas y efectos para poder actuar
	8. Desarrollar un programa de Mantenimiento Autónomo.	Implicar en el mantenimiento diario a los operarios que utilizan el equipo, con un programa básico y la formación adecuada.
	9. Desarrollar un programa de Mantenimiento Planificado.	Incluye el mantenimiento periódico o con parada, el correctivo y el predictivo.
	10. Formación para elevar capacidades de operación y mantenimiento.	Entrenar a los líderes de cada grupo que después enseñaran a los miembros del grupo correspondiente.
	11. Gestión temprana de equipos.	Diseñar y fabricar equipos de alta fiabilidad y mantenibilidad
4.Consolidación	12. Consolidación del TPM y elevación.	Mantener y mejorar los resultados obtenidos, mediante un programa de mejora continua, que puede basarse en la aplicación del ciclo PDCA

Fuente: Libro TPM en un entorno Lean Management

Fase de preparación

Considerada una fase fundamental para el proyecto en la cual se establece un plan detallado del programa TPM.

Etapas 1: anuncio de la alta dirección de la decisión de aplicar el TPM

La sub gerencia de cadena de desarrollo, dentro de los cuales se encuentran las áreas de ingeniería, mantenimiento, calidad y generación de nuevos productos, presento los problemas existentes en la planta de perfiles drywall motivando el apoyo de la alta gerencia, luego de ello la alta gerente informo a todos los empleados y operarios de la planta drywall el inicio de la implementación del TPM.

Etapas 2: información sobre TPM

En esta etapa se estableció una política de difusión con el objetivo de llegar a todo el personal, de manera que permita entender el concepto TPM, y cuál será su papel dentro de la planta.

Para ello se realizaron capacitaciones sobre TPM adicionalmente se ejecutan campañas informativas que dan a conocer y hacer entender porque se introduce el TPM en la planta, esta información se le hizo llegar a todo el personal, sin contemplar nivel y responsabilidad.

Por otro lado, se realizó un trabajo especial, para identificar y contrarrestar la resistencia al cambio, que se presenta en toda planta cada vez que se implementa un cambio, por ello se trabajó en convencer a los operarios de producción que la instauración del programa será de mucho beneficio para todos.

Gráfico 13 Información al personal administrativo



Fotos compartidas por el área de Recursos Humanos

Gráfico 14 Información al personal operativo



Fotos compartidas por el área de Recursos Humanos

Etapas 3: esquema de promoción del TPM

Para la estructuración de esta etapa se formó un equipo donde se identificó un líder, quien participara en las reuniones con los equipos de las jefaturas, esta decisión responde a la necesidad de reforzar la comunicación horizontal. Siendo los integrantes con sus responsabilidades.

1. Presidente

- Establecimiento de políticas indispensables que faciliten la implantación.
- Supervisión y control del avance en la planta.
- Asignación de recursos para la implantación.
- Establecimiento de reconocimientos por avances obtenidos al personal involucrado.
- Promoción y comunicación de las actividades del equipo.
- Buscar el compromiso y participación de los colaboradores.

2. Responsable de Mantenimiento

- Certificar el cumplimiento de las actividades programadas.
- Apoyo en la construcción de módulos y capacitación de los colaboradores involucrados en el proceso.
- Estar pendiente de las tareas y acciones de mantenimiento autónomo que los colaboradores deberán realizar.
- Supervisar y monitorear el cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo.
- Involucrarse en el cumplimiento de las condiciones operativas óptimas del equipo.

3. Súper intendente de Producción

- Creación de disposiciones necesarias para la ejecución óptima e informar los avances en su área.
- Programación y cumplimiento de los cronogramas de implantación establecidos para la planta en estudio.
- Asegurar la disponibilidad y entregar indicadores de los equipos para el mantenimiento preventivo en forma periódica
- Controlar el cumplimiento de costos de implantación
- Monitorear, controlar y actualizar los programas de mantenimiento autónomo
- Generación y seguimiento de las órdenes de trabajo luego de las inspecciones a los colaboradores, tomando en cuenta los acuerdos de las reuniones
- Garantizar la disponibilidad de los equipos de trabajo para el proceso de mantenimiento preventivo de acuerdo al cronograma
- Monitorear y controlar el cumplimiento del mantenimiento preventivo y autónomo.

4. Responsable de la implantación

- Coordinar los trabajos de mejora y la capacitación de los equipos de trabajo, así mismo documentar las evidencias, para su certificación respectiva.
- Difundir la Filosofía y ejecutar auditorías en todos los departamentos y en todos los niveles.
- Evaluar el rendimiento de los operadores y gestionar su certificación.
- Controlar los costos de implantación.
- Apoyo en el proceso de capacitación a los colaboradores

- Dirigir las reuniones del grupo TPM.
- Coordinar, programar y dirigir las reuniones del equipo y documentar las evidencias.
- Comprometer y motivar al personal a su cargo para la asistencia masiva a las reuniones.
- Tener actualizado y resguardado la documentación de los equipos a su cargo.
- Verificación del mantenimiento, almacenamiento y control óptimo de las herramientas de los equipos a su cargo.

Etapas 4. Diseñar políticas principales y fijar objetivos

Esta etapa corresponde a la fijación de las políticas estratégicas de la organización empresarial; asimismo, del establecimiento de objetivos estratégicos, definiendo las directivas a mediano y largo plazo.

Etapas 5: Desarrollo de un plan maestro TPM

En esta etapa se tuvo una atención especial debido a su importancia, en ella se establecieron los planes concretos para la implantación del TPM. Se listaron las actividades buscando que estas se integren secuencialmente y nos permitan conseguir las metas propuestas. Estas actividades fueron:

- Establecimiento coordinado de un programa de Mantenimiento Autónomo involucrando a los propios colaboradores
- Mejoramiento de la efectividad de los activos
- Establecimiento consensuado de un programa de mantenimiento planificado involucrando a los colaboradores del área
- Aseguramiento de la calidad de los procesos
- Entrenamiento y motivación para mejorar actitudes y aptitudes personales.

Fase de introducción

Etapas 6: Arranque del TPM

Esta etapa se realizó una reunión muy formal con todo el personal de la planta, donde el gerente general acompañado por los vicepresidentes de recursos humanos, finanzas y demás gerencias y jefaturas, informa sobre las actividades llevadas a cabo en la fase de preparación y de los planes futuros. Ratificando su compromiso con el desarrollo de esta metodología en la planta, dando inicio a la implementación.

Fase de implantación

En esta fase se desarrollaron todas las actividades planificadas, para ello se asignaron responsables quienes fijaron las fechas de implantación.

Etapas 7: Mejorar la efectividad del equipo

Para el desarrollo de esta etapa fue fundamental el desarrollo del programa de formación de equipos de alto desempeño (EAD) que ya tenía en proceso la organización, con ellos se trabajó en la identificación de las causas que originaron las pérdidas y se trabajó para eliminarlas, la herramienta que se utilizó fue el método HOSHIN (ver anexo 57)

Etapas 8: Mantenimiento autónomo

Característica principal del TPM es que los propios colaboradores del área lleven a cabo el Mantenimiento Autónomo, al cual se le conoce también como mantenimiento de primer nivel, o auto mantenimiento, (Lluís Cuatrecasas).

Para poder iniciar el equipo estableció los siguientes pasos:

- Analizar las necesidades de mantenimiento que requieren las líneas drywall.
- Seleccionar las actividades que el operario debe llevar a cabo, asignando unas frecuencias para cada una de ellas.
- Diseñar el Método para tener un control sobre las operaciones realizadas.

Con todo lo anteriormente mencionado se fue generando un histórico que nos permitió ir ajustando las necesidades de las líneas y sus frecuencias, sin afectar los tiempos de producción en tareas de limpieza, lubricación o ajustes excesivos e innecesarios, eliminando la duplicidad de actividades por falta de un método de recojo de datos. Para ello se elaboraron documentos describiendo los sub sistemas de las líneas en estudio.

Descripción del producto

Los productos fabricados son perfiles Parante 38, 64, 89, Rieles 39, 65, 90 y ángulo esquinero de 30x30 todos los productos mencionados en los espesores de 0.45, 0.9 y 0.35 mm con longitudes de 3m y ocasionalmente se atienden pedidos con longitudes mayores a 3m siendo la longitud máxima 6m.

Descripción de las líneas

Las máquinas constas de 5 sub sistema. Debobinador, perfiladora, sistema de corte y troquelado, mesa nester y zona de empaquetado.

Debobinador. - Equipos de uno y doble cabezal con capacidad de carga de 2tn con fuentes de energía eléctrica y neumática.

Perfiladora. - Es el subsistema más importante de la línea, compuesta por 8 y 12 estaciones de trabajo, en ella se va dando forma de manera gradual al fleje metálico hasta llegar a formar el perfil.

Sistema de corte y troquelado. – Sub sistema que requiere mucha sincronización para realizar un trabajo eficiente, la complejidad se presenta porque sus componentes son accionados a través de la electrónica, neumática e hidráulica a esto se suma las velocidades de trabajo que van desde 12.5 m/min hasta 100m/min.

Mesa nester. - Sub sistema con una longitud de 8m compuesto por polines y pistones accionados neumáticamente que giran a una velocidad de 120m/min, en ella se forman los paquetes compuestos por 8 perfiles y al final de su recorrido son enzunchados, en una de las líneas de manera automática en el resto de forma manual.

Zona de empaquetado. – Equipo con una longitud de 7m en ella se va a formar el master pack, presentación que puede contar con 336 o 384 unidades respectivamente, la cantidad varía de acuerdo al formato trabajado. Es en esta zona donde se hace entrega del PT al área de almacén.

Objetivos a lograr

En esta etapa se plasmaron los procesos de fabricación de los parantes, rieles y esquineros, con la finalidad de ver cómo se optimiza el producto y el proceso en base a las mejoras que aporta la aplicación de un Mantenimiento Autónomo.

Los objetivos a alcanzar serán:

- Reducción de averías durante el proceso.
- Mayor calidad de producto.
- Reducción de despilfarro en el proceso.
- Confiabilidad del proceso.
- Reducción de los tiempos muertos por cambio de formato y de preparación.
- Eliminar tiempos de producción a velocidad reducida.
- Reducción del reproceso y las piezas a chatarrear.

Definitivamente se buscó maximizar la eficiencia del equipo apuntando a lograr el cero averías, esto se verá traducido en un incremento de la productividad, también se mejora la calidad del producto además de aumentar el tiempo de vida útil del equipo.

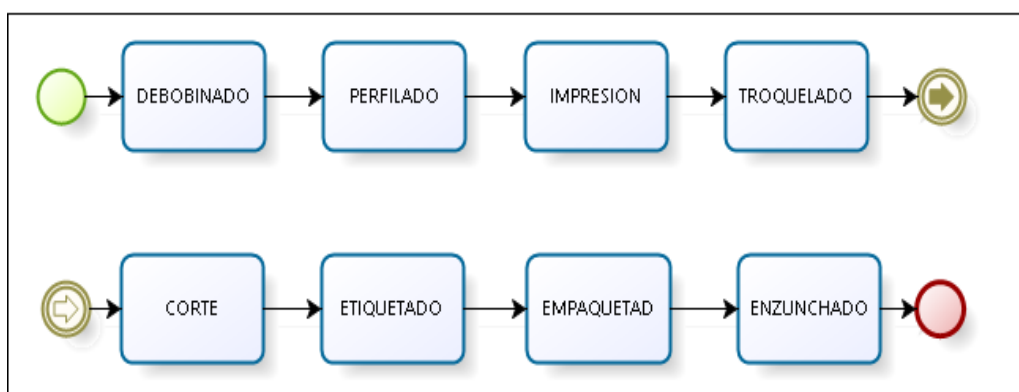
En este proceso de implantación uno de los factores fundamentales es el factor humano, la predisposición del operario de producción hasta los técnicos de mantenimiento, así como la mejora que puedan aportar el área de cadena de desarrollo.

Se pudo conseguir un cambio de cultura dentro de la planta, se logró un cambio de actitud, y la aceptación de las nuevas metodologías de trabajo y valores institucionales. La participación del personal fue vital para alcanzar los objetivos trazados para este pilar.

Descripción del proceso

A continuación, mediante un diagrama de bloques describiremos el proceso de fabricación de los parantes en sus dos presentaciones.

Gráfico 15 Diagrama de bloques del proceso de perfilado



Fuente: Elaboración propia

Proceso de cambio de formato

Como se menciona anteriormente, las líneas producen diferentes medidas de parantes, rieles y esquinero, para lo cual deben realizarse cambios de formato llamados también set up de máquina los tiempos establecidos para estos cambios en promedio son de 2 horas como estándar.

Las actividades que se realizan son las siguientes:

- Retirar tuercas y pernos de fijación en chumaceras.
- Retirar chumaceras.
- Cambio de rodillos / Regular distancia de rodillos y/o bancadas.
- Regular distancia de rodillos y/o bancadas.
- Cambio de matriz de troquelado.

- Cambio de matriz de corte y/o disco de corte.
- Calibración de rodillos moleteadores.
- Calibración de rodillos en estaciones.

Clasificación de las Seis grandes Pérdidas y aplicación a las Líneas drywall

Como nos indica la metodología el objetivo es eliminar o reducir las Seis Grandes Pérdidas estos factores genera perdida de eficiencia de los equipos de producción.

Averías.

- Preparación y ajustes de equipo con tiempo excesivo.
- Velocidad reducida en el funcionamiento.
- Vacío y paradas cortas que toman tiempo.
- Repetición de trabajo y defectos en la calidad.
- En el momento de la puesta en marcha.

Con esta clasificación de las pérdidas, se elaboró un cuadro que aplico a nuestro proceso, indicando el tipo y las características de los mismos, por otro lado, el equipo definió los objetivos para cada una de las paradas identificadas. El análisis realizado permitió ver que en algunos casos será posible eliminarlos en tanto en otros casos se tratará de minimizar al máximo.

Tabla 13 Cuadro de identificación de oportunidades

Tipo	Perdidas	Tipos y características	Objetivos
Tiempos muertos y de vacío	Averías	Fallas técnicas, neumáticas, mecánicas y operativas	Eliminar
	Tiempos de preparación y ajuste de los equipos	Cambio de formato, preparación de utillaje para el nuevo formato, arranque diario	Reducir al máximo
Perdidas de velocidad del proceso	Funcionamiento a velocidad reducida	Des calibración de rodillos rectificadores, desgaste en rodillos que puede generar variación en el rectificado del perfil, descoordinación de velocidad perfiladora y troquelado.	Anular o hacer negativa la diferencia con diseño
	Tiempos en vacío y paradas cortas	Proceso interrumpido por cambio de fleje, por cambio de rollos de etiquetadora, por falta de espacio para el PT	Eliminar/reducir al máximo
Productos y procesos defectuosos	Defectos de calidad y repetición de proceso	Flejes con ondas, con mucha variación en el espesor, desgaste en rodillos moleteadores	Eliminar producto o proceso fuera de tolerancia
	Puesta en marcha	Perdidas de rendimiento en los primeros minutos de cada arranque (después de paradas)	Minimizar por técnica

Fuente: libro TPM en un entorno Lean Managment

En la tabla se observa que las líneas en estudio tienen muchas posibilidades de mejora, para poder realizar la implementación del Mantenimiento Autónomo, se tomó como referencia los siete pasos recomendados por Lluís Cuatrecasas en su libro “TPM en un entorno Lean Management”. Donde nos indica que actividades se aplicaran y como se va a materializar en las líneas.

Tabla 14 *Etapas de la implementación*

Etapas	Actividad
Limpieza Inicial	<p>Limpieza de la Perfiladora (rodillos, chumaceras, cajas reductoras y rectificadores)</p> <p>Desperdicios metálicos en zona de troquelado y corte</p> <p>Lubricación de chumaceras, carro de corte</p> <p>Limpieza de sensores en mesa nester</p> <p>Limpieza de enzunchadora</p> <p>Limpieza de aceites y grasa en zona de troquelado y corte</p> <p>Buscar y corregir defectos que provoquen todo lo anterior</p>
Contra medidas por causas y defectos de la suciedad	<p>Prevención de las causas que provocan suciedad: evitar exceso de presión de los rodillos sobre los flejes, esto provoca el desprendimiento del galvanizado</p> <p>Proteger las zonas difíciles de limpiar</p> <p>Reducción de los tiempos de limpieza</p> <p>Controlar la presión de las unidades hidráulicas, para evitar fugas de aceite por avería de conectores y rotura de mangueras</p>
Estándares de limpieza y lubricación	<p>Establecimiento de los estándares de limpieza y lubricación: realización de estas tareas de forma periódica y reduciendo tiempos</p>
Inspección general	<p>Instrucción del operario para que sea capaz de detectar problemas de inspección, de manera que se puedan corregir ciertos defectos. Dependiendo en qué momento se des calibre la perfiladora y genere variación en el rectificado, se podrá evitar los parantes con defectos y los colapsos de fleje en la máquina.</p>
Inspección Autónoma	<p>Operarios entrenados y establecimiento de un calendario de mantenimiento por parte del área: seguimiento de cuando hay que lubricar las chumaceras y el carro de corte.</p>

Etapas	Actividad
Organización y orden	Estandarización y sistematización del control: definición de estándares para lubricación y limpieza, almacenamiento de datos y mantenimiento de útiles y herramental
Implementación plena del Mantenimiento Autónomo	Aumentar la cadencia de las actividades de mejora Análisis del MTTR y del MTBF Eliminación de los Seis Grandes Perdas Reducir tiempos de preparación y tiempos averías

Adaptación del libro TPM en un entorno Lean Management

Tabla 15 DAP del Set Up antes de la Implementación

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO: OPERACIÓN() MATERIAL() EQUIPOS ()											
NOMBRE DEL PROCESO ANALIZADO: CAMBIO DE FORMATO (SET UP)									Dueño del proceso		OPERADOR DE MAQUINA
FECHA: FEBRERO 2015									HORA FINAL:		
HORA INICIO:											
			Proc	P/ I	Insp	Trans	Alm	Dem			
I	ACTIVIDAD	QUIEN	○	□	□	⇒	▽	D	TIEMPO ESTIMADO (Min)	DISTANCIA (Mts)	VARIABLES CRITICAS OBSERVADAS
1	RECEPCIONAR LA ORDEN DE FABRICACION	Operador de máquina	x						0		
2	Retirar tuercas y pernos de fijación en chumaceras	Operador y ayudantes	x						40		Falta de herramientas, llaves tipo garra
3	Elevar eje superior y Retirar chumaceras	Operador y ayudantes	x						180		Sistema de elevación averiada. Bocinas pegadas al eje por falta de lubricación, deben golpear las chumaceras (17) para retirarlos
4	Desmontaje de rodillos	Operador y ayudantes	x						60		la altura del eje superior es insuficiente, se tiene que elevar lo faltante manualmente
5	Traslado de rodillos salientes y entrantes	Operador y ayudantes					x		50	10	Armario alejado de perfiladora
6	Revisar rodillos antes del montaje	Operador y ayudantes				x			20		Verificacion del herramental
7	Limpieza de ejes y Montaje de rodillos	Operador y ayudantes			x				60		Ejes con juego axial, no se hace MP
8	Cierre de estaciones, (montaje de chumaceras)	Operador y ayudantes	x						40		Bocinas de ajuste y rodamientos con desgaste
9	Calibración por tipo de espesor	Operador y ayudantes			x				30		Sistema de elevación con averias.
10	Cambio de troqueles y cuchillas en guillotina	Operador y ayudantes			x				60		No se tiene control sobre herramental, no se sabe si lo tienen en planta.
11	Verificación de insumos y solicita entrega por parte de almacen	Operador			x				30	20	Revisar agenda medica para ver disponibilidad
12	Paso del fleje por máquina y calibración del producto	Operador y ayudantes			x				40	12	Nose tiene estandarizado los parametros de control en el PLC
13	Inicia producción según solicitud de OF	Operador y ayudantes	x						0		
		TOTAL	6	5	1	1	0	0	610	42	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16 DAP del Set Up antes de la Implementación

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO: OPERACIÓN() MATERIAL() EQUIPOS ()											
NOMBRE DEL PROCESO ANALIZADO: CAMBIO DE FORMATO (SET UP)									Dueño del proceso		OPERADOR DE MAQUINA
FECHA: FEBRERO 2015											
HORA INICIO:									HORA FINAL:		
			Proc	P/I	Insp	Trans	Alm	Dem			
I	ACTIVIDAD	QUIEN	○	◻	□	⇒	▽	◇	TIEMPO ESTIMADO (Min)	DISTANCIA (Mts)	MEJORAS APLICADAS
1	RECEPCIONAR LA ORDEN DE FABRICACION	Operador de máquina	x						0		Paralelamente se le entrega una OF al personal de almacen para el abastecimiento de todos los insumos
2	Retirar tuercas y pernos de fijación en chumaceras	Operador y ayudantes	x						5		Se implemento taladros neumaticos y dados con medidas de tuercas, ademas de ratchet para el retiro de pernos
3	Elevar eje superior y Retirar chumaceras	Operador y ayudantes	x						35		Se reparo sistema de elevación de ejes, y se repararon elementos de lubricación en chumaceras
4	Desmontaje de rodillos	Operador y ayudantes		x					30		Se definieron alturas optimas en ejes superior para la salida de los rodillos, se implemento control de herramental.
5	Traslado de rodillos salientes y entrantes	Operador y ayudantes				x			10	2	Se aproximo armario a la linea, ademas de implementar un carro para el traslado en bloque
6	Revisar rodillos antes del montaje	Operador y ayudantes							0		El tiempo se llevo a cero con la implementación del control de herramental
7	Limpieza de ejes y Montaje de rodillos	Operador y ayudantes		x					10		Los ejes ya no presenta oxidación por la implementación del Mantenimiento autonomo
8	Cierre de estaciones, (montaje de chumaceras)	Operador y ayudantes	x						30		Se cambiaron bocinas y rodamientos con desgaste
9	Calibración por tipo de espesor	Operador y ayudantes		x					0		Se tienen parametros identificados por tipo de espesor
10	Cambio de troqueles y cuchillas en guillotina	Operador y ayudantes		x					15		Se estandarizaron pernos de fijación y control de herramental
11	Verificación de insumos y solicita entrega por parte de almacen	Operador							0	0	insumos en zona de trabajo, verificado por el supervisor del área
12	Paso del fleje por máquina y calibración del producto	Operador y ayudantes		x					15	12	Nose tiene estandarizado los parametros de control en el PLC
13	Inicia producción según solicitud de OF	Operador y ayudantes	x						0		
TOTAL			5	4	0	1	0	0	150	14	

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en el grafico DAP antes, el tiempo en el que se ejecutaba el set up era de 610 min. (10.16 horas), luego de la implementación este tiempo se redujo a 150 min (2.5 horas).

Como estrategia para tener turnos sostenibles cuando se requieran se formaron a dos operadores, y otros dos operarios que serán los encargados de los cambios de formato y el control del herramental y útiles.

También se involucró en este proyecto a los jefes de área, con la finalidad de tener el debido soporte, y a la vez una visión más global del proceso. Los documentos relevantes que se utilizaron en esta implementación son.

- Diagrama de actuación con relación a la detección de defectos.
- Hoja de instrucciones generales.
- Hoja de registro de datos.

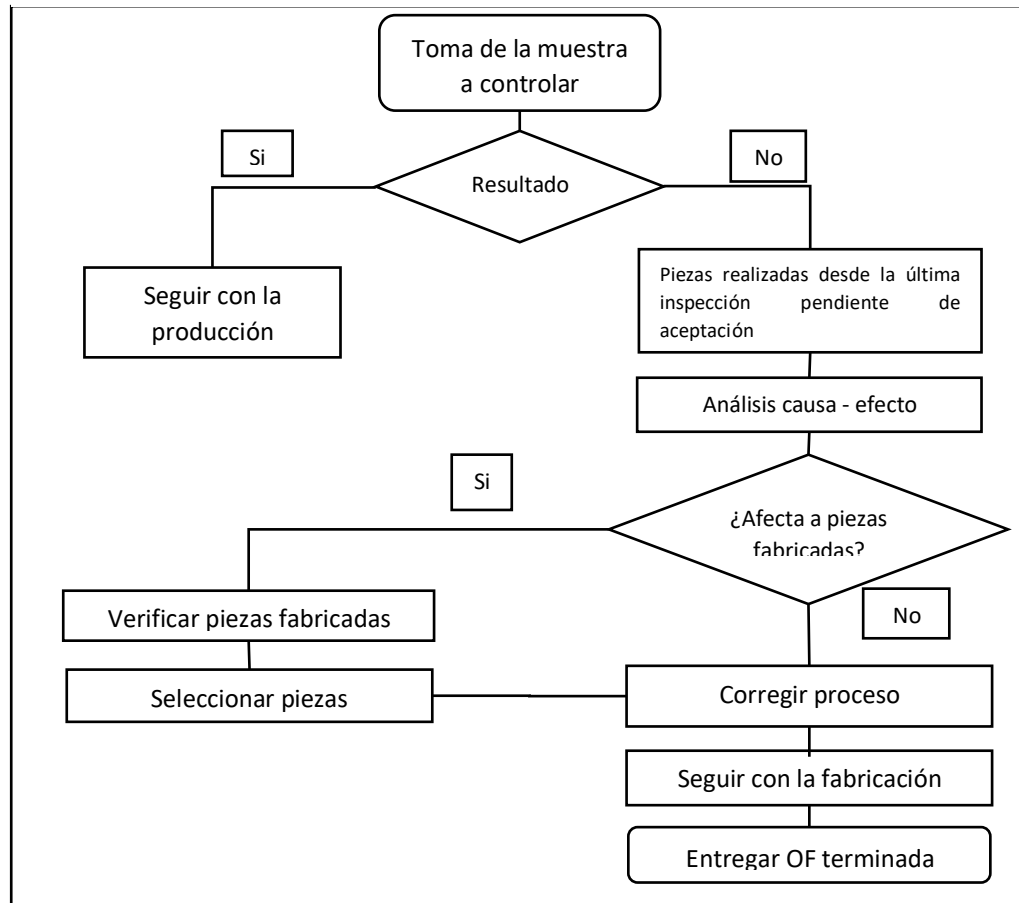
Estos documentos, junto con el resto de información, fueron entregados en cada puesto de trabajo de la planta, con ello se logró que los operarios tengan pleno conocimiento de la implementación.

- Que es lo que tiene que hacer.
- Donde está la información a consultar.
- Que registros y con qué frecuencia de tomar.
- Donde está la hoja de registros.
- Que hacer en caso de deterioro del producto o el equipo.

Diagrama de actuación con relación a la detección de defectos.

Es el diagrama de flujo que nos indica los pasos a seguir para atender cada evento que ocurra durante el proceso de producción.

Gráfico 16 Diagrama de actuación con relación a la detección de defectos



Adaptación del libro TPM en un entorno Lean Managment

Hoja de instrucciones generales.

Esta hoja constara de tres partes:

Encabezado: donde se coloca la información necesaria para identificar el equipo y la referencia del conjunto de tareas de mantenimiento de primer nivel que se debe realizar. Esta información constara de:

1. Identificación del área productiva a la que pertenece el equipo.
2. Código del equipo, para facilitar el control se codificaron los distintos equipos.
3. Referencia del mantenimiento de primer nivel que se le debe efectuar.

4. Persona o grupo de trabajo que ha realizado, revisado y aprobado las tareas de mantenimiento de primer nivel.

Responsable de la realización de esas tareas.

Imagen o ayuda visual: esquema, foto, plano, etc., que permita y facilite la identificación física de las zonas donde se debe realizar algunas de las tareas de mantenimiento.

Instrucciones generales: relación de instrucciones particulares y /o generales a considerar, en caso de existir.

Esta hoja se colocó en las mesas de reporte de los operadores, puesto que ellos deben tener pleno conocimiento de su existencia, les sirvió para hacer consultas cuando fue necesario, para que sea identificado rápidamente se colocó en una pizarra donde se instalaron tableros con documentos de operación, cada tablero fue rotulado indicando su contenido. Este diseño de pizarra fue tomado como un estándar en todas las máquinas de la planta.

Tabla 17 Hoja de instrucciones generales

MANTENIMIENTO AUTONOMO			
Código de equipo: ARD-001		Descripción: Máquina perfiladora de Parantes	Ref.: MA ARD Área PPD
Área de producción: perfiles Drywall Línea 4 - PPD			
Realizado	Revisado/ Aprobado	Tarea realizada por:	
Instrucciones Generales <ul style="list-style-type: none">ANTES DE ENERGIZAR EL EQUIPO Mantener el acceso al equipo libre de obstáculos para el correcto funcionamiento y garantizar la disponibilidad de todos los elementos del equipo			

- **PUESTA EN MARCHA**

Mantener libre de impedimento para la energización de la línea

Validar que el fleje este instalado en el debobinador

Verificar que los parámetros de operación sean los correctos

- **A LO LARGO DE JORNADA**

Verificar el correcto funcionamiento del activo, en caso de identificación de factores de riesgo, humos, ruidos atípicos, etc., aislar al responsable del área y eliminar la acumulación de desperdicios y suciedad por el normal funcionamiento

- **FINAL DE LA JORNADA**

Realizar la limpieza ordenada de los activos, de tal manera que este en óptimas condiciones para el día siguiente, bajo responsabilidad del responsable del área por cada turno de trabajo, así mismo supervisar el estado correcto de los equipos a su cargo

Adaptación del libro TPM en un entorno Lean Managment

Hoja de Registro de Datos

El objetivo de este documento es tener el control de las tareas de mantenimiento, de manera que, una vez realizadas las actividades, el operador pueda anotar rápidamente si se han llevado a cabo; otro beneficio de tener este documento es la facilidad que brinda para consultar las actividades realizadas, que operador lo realizo y en que turnos y días. Los cuáles son tomados por el practicante de producción para descargarlos en una hoja Excel para su posterior análisis.

Este documento es auditable, se determinó que esta actividad sea realizada por los supervisores de turno. Quienes deben validar el correcto llenado del

documento, enfocándolo a una recogida selectiva de datos que presentan desviaciones. Esto permitió crear un histórico fiable para el análisis y con ello se elaboraron los planes de trabajo para la reducción o eliminación de los problemas.

Tabla 18 Hoja de registro de datos

MANTENIMIENTO AUTONOMO																													
Código de equipo: ARD-001										Descripción: Maquina perfiladora de Parantes										Ref.: MA ARD Área PPD									
Área de producción: perfiles Drywall Línea 4 - PPD																													
Realizado										Revisado/Aprobado																			
Registro de datos																													
Código Operario:																													
Frecuencia diaria																													
Puntos que verificar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.Verificación estado lubricación chumaceras y carro de corte																													
2.Verificación parámetros de sincronización del carro de corte, ajuste de tuercas en rodillos																													
3.Verificación ajuste de pernos de troquelador, tuercas de estaciones, y fijación de sensores en mesa nester																													
Frecuencia quincenal																													
	1ra Quincena: 1 cada mes (o el primer día laborable posterior)															2da Quincena: día 15 (o el primer día laborable posterior)													
1.Verificar estado escobillar motor																													
2.Verificar nivel de aceite en cajas reductoras																													
3.Verificar estado conservación cadenas de																													
X= Correcto	Y=Incorrecto															C=Acción correctiva													

Adaptación del libro TPM en un entorno Lean Managment

Etapas 9: Establecimiento de un programa de Mantenimiento Planificado

El mantenimiento planificado debe ser realizado por el personal de mantenimiento, no obstante, será apoyado por el mantenimiento autónomo que ya desarrollan los operarios de producción.

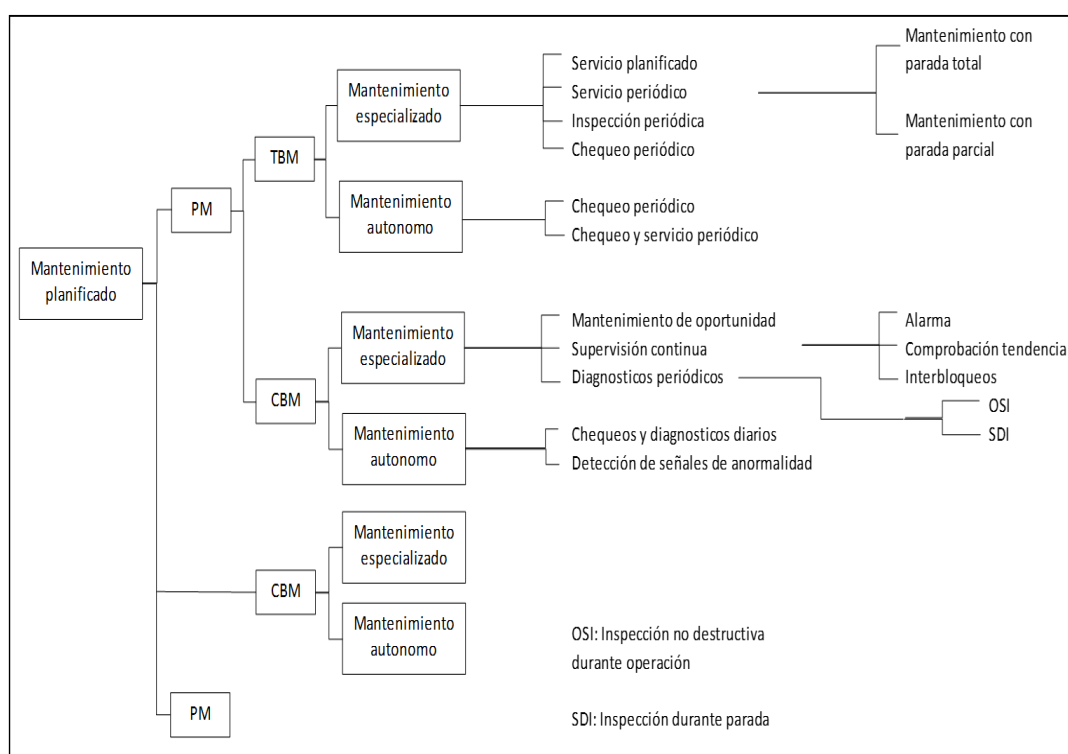
Para poder desarrollar el programa se trabajó en la recolección de datos por averías, para lo cual se clasificaron, ordenaron, además de codificar los distintos tipos de avería que se presentan en las líneas drywall.

Otro punto importante fue estandarizar los tipos de averías y crear códigos, esta acción nos permitió tener un solo lenguaje y facilitar el registro de datos. La clasificación se llevó de la siguiente manera.

- Averías mecánicas
- Averías eléctricas
- Averías inducidas
- Paradas breves e incidencias
- Paro par actividades funcionales

Dentro de cada una ellas se realizaron sub clasificaciones con sus respectivas codificaciones, se utilizarán códigos alfa numéricos, donde el primer símbolo es una letra que hace referencia al tipo de problema los dos dígitos que siguen sin los que identifican la incidencia dentro de ese grupo. (Ver cuadros en anexos).

Gráfico 17 Sistema de mantenimiento planificado



Adaptación del Libro TPM en industrias de proceso

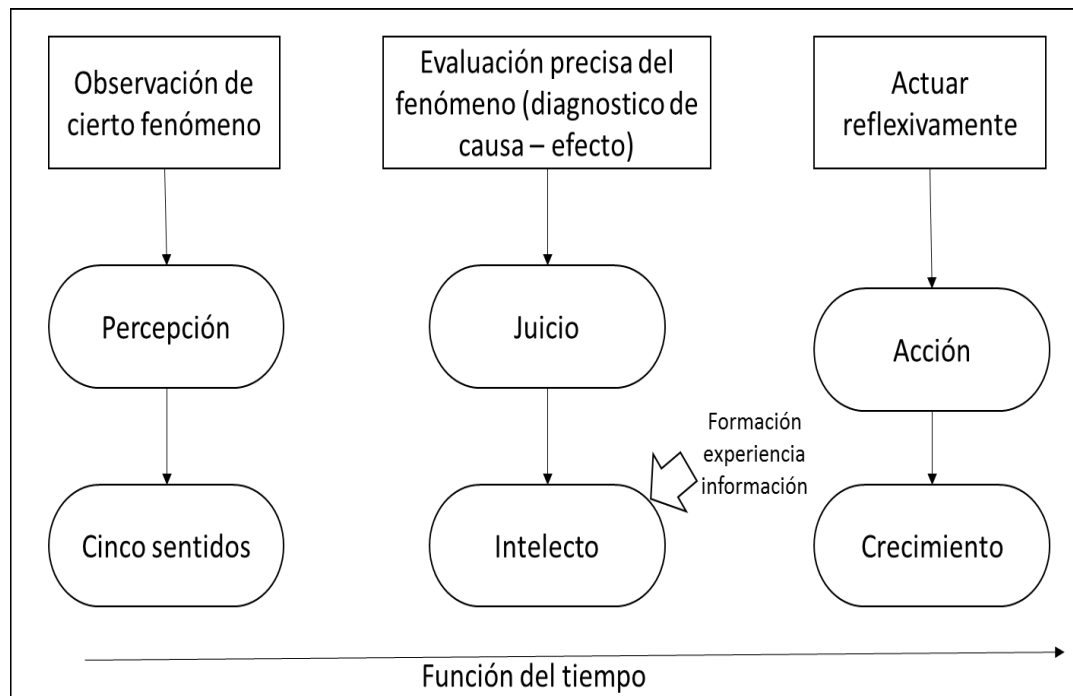
Etapas 10. Formación para elevar capacidades de operación y mantenimiento

Basado en la metodología indicada en el libro TPM en industrias de proceso, en esta etapa de la implementación se trabajó para dar y conocer y fortalecer dos conceptos fundamentales para el desarrollo del TPM. El entrenamiento en el mismo trabajo y el autodesarrollo fundamentalmente.

La mejora de las destrezas de los operarios fue reforzada por los especialistas que se tienen en la planta, trabajando los temas de roll forming, y la identificación de causas que generan los diferentes problemas en el proceso de perfilado, para trabajar los temas teóricos sobre lo antes mencionado se contó con el apoyo de la gerencia los jefes y supervisores, quienes fueron los encargados de formar al personal de la planta. Estas capacitaciones se dieron una vez por semana.

Para poder desarrollar la capacidad se trabajó con el siguiente gráfico.

Gráfico 18 *Desarrollo de las capacidades*



Adaptación del Libro TPM en industrias de proceso

Así mismo se evaluaron los niveles existentes, esto sirvió como referencia al punto de partida de esta manera se determinó el nivel actual.

- Primer nivel: desconocimiento teórico y falta de habilidad practica
- Segundo nivel: asume conocer la teoría, pero la práctica no necesariamente
- Tercer nivel: maneja la practica con maestría, pero la teórica es débil
- Cuarto nivel: maneja la teoría y práctica con maestría y por lo tanto está en capacidad de enseñar a otros.

Al finalizar la implementación de este pilar se consiguió lo siguiente:

- Colaboradores competentes capaces de detectar las anomalías y efectuar mejoras y pueden: detectar irregularidades en las perfiladoras y sus sub sistemas; entender la importancia de la lubricación, lubricar correctamente y hacer seguimiento a los resultados; establecer la importancia de la limpieza, la función de inspección y realizarla correctamente; establecer

la importancia de minimizar la dispersión y fugas de productos, materias primas y otros contaminantes y generar mejoras que traten estos problemas; corregir o mejorar las irregularidades detectadas.

- Colaboradores certificados en equipos entienden la estructura y funciones de sus activos y son capaces de identificar las causas de las anomalías, con capacidad para: comprender los puntos clave de la construcción del equipo; mantener el rendimiento del equipo inspeccionándolo al limpiarlo; conocer los criterios para identificar las anomalías; comprender las causas de las anomalías; juzgar correctamente cuando deben parar el equipo; hasta cierto punto, diagnosticar los fallos.
- Operarios competentes en equipos comprenden la relación entre equipo y calidad y pueden predecir las anomalías de la calidad y descubrir sus causas, con capacidad para: analizar los fenómenos a partir de principios físicos; comprender la relación entre equipos y características de calidad del producto; comprender y chequear apropiadamente las tolerancias de precisión estática y dinámica del equipo; comprender las causas de los defectos.
- Operarios competentes en equipos pueden entender y reparar sus maquinarias, con capacidad para: reemplazar componentes; conocer los tiempos de vida de los componentes; identificar las causas de los fallos; tomar medidas de emergencia; participar en las reparaciones generales con equipo desmontando.

Para garantizar la fiabilidad de los equipos, también se trabajó en la capacitación de los técnicos de mantenimiento, buscando reforzar sus habilidades.

El objetivo es que los técnicos de mantenimiento deben ser capaces de:

- a)** Instruir a los operarios para un manejo, operación, y mantenimiento diario de manera correcta.
- b)** Evaluar correctamente si las perfiladoras y sus sub sistemas están funcionando correctamente.
- c)** Rastrear las causas de las anomalías y restaurar correctamente las perfiladoras y sus sub sistemas.
- d)** Mejorar la fiabilidad de equipo y componentes, alargar los tiempos de vida de los equipos, y reducir anomalías y fallos.
- e)** Comprender los diagnósticos de equipos, usarlos y estandarizarlos.
- f)** Optimizar las actividades precedentes y hacerlas tan eficaces en costes y tiempo como sea posible.

Para asegurar que el personal desarrolle las capacidades se gestionó con el área de recursos humanos crear ambientes que estimulen el aprendizaje, además de conseguir capacitaciones con el apoyo de organizaciones como TECSUP y SENATI

Tabla 19 *Formato de Evaluación de Capacidades*

del trabajo	Conceptos de conocimiento/capacidad									
Basico	1	Uso conocimiento de pernos y tuercas								
	2	Uso conocimiento de herramientas								
	3	Uso conocimiento de llaves								
	4	Conocimiento de rodillos y ejes, y sus métodos de montaje								
Capacidades de taller	5	Teoria practica de limado								
	6	Teoria practica de rectificado								
	7	Teoria practica de soldadura								
Ensamble	8	Uso conocimiento de cremalleras, piñones, engranajes								
	9	Uso conocimientos de embragues y frenos								
	10	Instalación, ajuste de matrices de troquelado y corte								
	11	Habilidad para evaluar y actuar contra fallos inesperados								
Hidráulica / neumática	12	Uso y conocimiento de controladores de velocidad, controladores de flujo y valvulas de retención								
	13	Uso conocimiento de FRLs (filtros)								
	14	Uso conocimiento de valvulas solenoides								
	15	Uso conocimiento de tuberías y conectores hidraulicos y neumaticos								
Planos	16	Conocimiento de planos								
Lubricación	17	Conocimiento de lubricación								
Fundamentos	18	Conocimientos de materiales y su aplicación								
	19	Uso conocimiento de herramientas de medición, calibradores, goniometro, wincha, etc.								
Otros	20	Uso conocimiento de perfiladoras								
	21	Uso conocimiento de motores y transmisiones								
	22	Uso conocimiento de debobinadores y enzunchadoras								
Consumibles	23	Uso conocimiento de rodamientos								
	24	Uso conocimiento de laines, zunchos y sustancias quimicas para impresoras								
Seguridad	25	Conocimiento y atención a la seguridad								
	Puntuación (máx. 25)		Conocimiento							
			Capacidad							
<p>● Conocimiento y capacidad insatisfactoria □ conocimiento satisfactorio</p> <p>○ Conocimiento y capacidad satisfactorias Δ Capacidad satisfactoria</p>										

Adaptación del libro TPM en industrias de procesos

Resultados después de implementación

Variable independiente

Mantenimiento Autónomo. -

Indicador 1: Eficiencia Global del Equipo OEE

Formula: Disponibilidad x Eficiencia x Calidad

Tabla 20 OEE Semestre 1 - 2016

	<i>MESES</i>	<i>OEE 2015</i>	<i>OEE 2016</i>
Línea 1	Enero	59.71%	66.51%
	Febrero	61.12%	71.10%
	Marzo	55.71%	71.17%
	Abril	56.43%	73.71%
	Mayo	55.84%	73.80%
	Junio	57.09%	73.81%
Línea 2	Enero	50.72%	66.97%
	Febrero	51.84%	67.86%
	Marzo	46.66%	71.19%
	Abril	49.25%	72.24%
	Mayo	48.23%	72.89%
	Junio	48.56%	72.68%
Línea 3	Enero	65.21%	66.92%
	Febrero	58.04%	67.84%
	Marzo	54.18%	68.60%
	Abril	61.20%	67.23%
	Mayo	59.05%	69.56%
	Junio	58.80%	68.63%
Línea 4	Enero	33.21%	46.52%
	Febrero	32.75%	57.43%
	Marzo	31.62%	64.59%
	Abril	32.89%	66.40%
	Mayo	34.09%	71.26%
	Junio	37.41%	71.33%

Fuente: Elaboración propia

Evaluación económico financiero

En esta parte de la investigación se analizará la inversión realizada en la implantación del TPM, esta incluirá beneficios y costos generados a partir de la mejora implementada evaluada utilizando el ratio costo/beneficio.

Inversión implementación

La inversión contemplada para este análisis básicamente es económica y financiera pues el uso de otros recursos se ha cuantificado en términos monetarios, el detalle de la inversión realizada se presenta a continuación.

Tabla 21 *Tiempo en horas del Implementador*

Personal involucrado	Tiempo (hrs)
Anuncio de implementación	2
Formación del comité	2
Formulación de políticas y objetivos de mantenimiento	50
Lanzamiento del TPM	6
Inicio del TPM	20
Elaboración del plan maestro	120
Identificación y descripción de actividades a desarrollar	120
Difusión de actividades	12
Elaboración del manual de TPM	120
Difusión del manual de TPM	12
Total, de horas	464

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 22 muestra el tiempo en horas utilizadas para la implementación del TPM correspondiente al personal administrativo dentro del horario laboral.

Así mismo presentamos el tiempo utilizado por el supervisor responsable del área en la implementación.

Tabla 22 *Tiempo en horas Supervisor*

Responsable	Tiempo (hrs)
Anuncio de implementación	2
Formación del comité	4
Formulación de políticas y objetivos de mantenimiento	20
Lanzamiento del TPM	2
Inicio del TPM	12
Elaboración del plan maestro	70
Identificación y descripción de actividades a desarrollar	70
Difusión de actividades	6
Elaboración del manual de TPM	24
Difusión del manual de TPM	6
Total, de horas	216

Fuente: Elaboración Propia

La implementación del TPM tiene el V°B° de la gerencia entonces con ese compromiso asumido como tal, la gerencia también ha invertido tiempo en dicho proceso, a continuación, se muestra el tiempo en Horas asumido por la gerencia en este proceso de implementación.

Tabla 23 *Tiempo en horas gerencia*

Personal operativo	Tiempo (hrs)
Charla de implementación	1
Formación del comité	1
Inicio del TPM	1
Elaboración del plan maestro	2
Identificación y descripción de actividades a desarrollar	4
Difusión de actividades	1
Elaboración del manual de TPM	2
Difusión del manual de TPM	2
Total, de horas	14

Nota: El tiempo utilizado fue de 14 horas. Fuente elaboración Propia

En la tabla presentada se puede observar las horas que el responsable utilizó por su participación de la implementación del TPM dentro de su jornada laboral, haciendo un total de 216 horas

Tabla 24 *Tiempo en horas personal operativo*

Personal operativo	Tiempo (hrs)
Charla de implementación	8
Formación del comité	2
Inicio del TPM	2
Elaboración del plan maestro	12
Identificación y descripción de actividades a desarrollar	64
Difusión de actividades	8
Elaboración del manual de TPM	12
Difusión del manual de TPM	8
Total, de horas	116

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla 22 podemos señalar que el personal operativo invirtió el recurso tiempo dentro de su jornada laboral, como parte de su participación en la puesta en marcha del mantenimiento productivo total, el tiempo empleado total fue de 116 horas.

Tabla 25 *Costo total del tiempo en horas utilizadas*

Descripción	Costo/hora	Cantidad Horas	Número de Personas	Costo Total
Gerencia	S/.50.00	14 horas	1	700.00
Supervisor	S/.15.00	216 horas	1	3240.00
Personal Operativo	S/.6.50	116 horas	8	928.00
Implementador	S/.10.00	464 horas	1	4640.00
Total				9508.00

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla adjunta se muestra el total del tiempo en horas hombre utilizadas por las personas involucradas en el proceso de implementación del TPM, el total de H-H es de 810 horas; las cuales, transformadas a unidades monetarias asciende a S/. 9 508.00.

Así mismo adicionalmente a las Horas – Hombre empleadas en la implementación de la herramienta en estudio, se incurrieron en otros gastos complementarios relacionados con la parte operativa tales como capacitaciones al personal, en la elaboración de formatos y manual, etc.

La siguiente tabla nos muestra el detalle de estos gastos:

Tabla 26 Costo total de otros recursos invertidos

Detalle	Costo unitario	Cantidad	Costo total
Cursos talleres transversales	S/ 120.00	5	S/ 600.00
Curso taller TPM	S/ 750.00	4	S/ 3,000.00
Curso taller especializado de máquinas	S/ 300.00	5	S/ 1,500.00
Formatos (impresiones, hojas, copias, otros)	S/ 0.20	200	S/ 40.00
Manual (impresiones, hojas, copias, otros)	S/ 4.00	24	S/ 96.00
Total			s/.5236.00

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla 27, se puede afirmar que el costo total en temas de actualización y capacitación al personal y sus materiales asciende a S/. 5236.00.

Haciendo un resumen de costos asociados a los factores que intervienen en todo este proceso y que se mostraron en las tablas anteriores se tiene.

Tabla 27 Costo total de la implementación del TPM

Descripción	Cantidad unidades	Costo unitario/hr	Costo total (s/.)
Horas-Hombre			
Gerencia	14	s/. 50.00	700.00
Supervisor	216	s/. 15.00	3240.00
Personal operativo	116	s/. 6.50	928.00
Implementador	464	s/. 10.00	4640.00

Cursos-taller			
Curso taller transversal	5	s/. 120.00	600.00
Curso taller TPM	4	s/. 750.00	3000.00
Curso taller especializado	5	s/. 300.00	1500.00
Formatos	200	s/. 0.20	40.00
Manuales	24	s/. 4.00	96.00
Movilidad			
Personal involucrado			1000.00
Repuestos			
Varios			12560.00
Total			28,304.00

Fuente: Elaboración Propia

De lo mostrado en la tabla 28 se puede afirmar que esta contiene el costo total de implementar el TPM en el área de estudio de la empresa Metal mecánica S.A., siendo el monto total de S/. 28,304.00

Análisis Beneficio - costo

Para realizar el cálculo de esta ratio financiera luego de la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM), además de los costos ya calculados, será necesario estimar las utilidades generadas por el incremento en la productividad para ello presentamos el cuadro que muestra dicho calculo

Tabla 28 *Incremento de la Productividad anual*

Rubro	Monto mensual	Tiempo	Total
Productividad pre-test (S/.)	\$43,600.00	Por 6 meses	\$261,600.00
Productividad pos-test (S/.)	\$53,516.00	Por 6 meses	\$321,096.00
Variación productividad (S/.)	\$9,160.00	Por 6 meses	\$59,496.00
Utilidad del período (S/.)			\$59,496.00

Fuente: Elaboración Propia

La tabla mostrada nos muestra el beneficio que se obtiene producto de incremento de la productividad mes por mes a lo largo de seis meses en el área de estudio, los datos estimados en los cuadros anteriores nos servirán para determinar el ratio B/C esto nos permite determinar la utilidad obtenida luego de la mejora.

$$\text{Ratio B/C} = \text{Utilidad del período} / \text{Costo de implementación}$$

Con los datos obtenidos en las tablas anteriores se procede a reemplazar los datos en la formula mostrada.

$$\text{Ratio B/C} = \text{S/. } 59,496.00 / \text{S/. } 28,304.00$$

Una vez reemplazado los datos se tiene.

$$\text{Ratio B/C} = 2.1$$

Como resultado de reemplazar los datos en la formula correspondiente se tiene que el B/C es igual a 2.1, esto significa que por cada sol invertido en la implementación se obtiene un beneficio de 2.1 soles, lo cual quiere decir que la implementación del mantenimiento productivo total resulta económicamente beneficiosa.

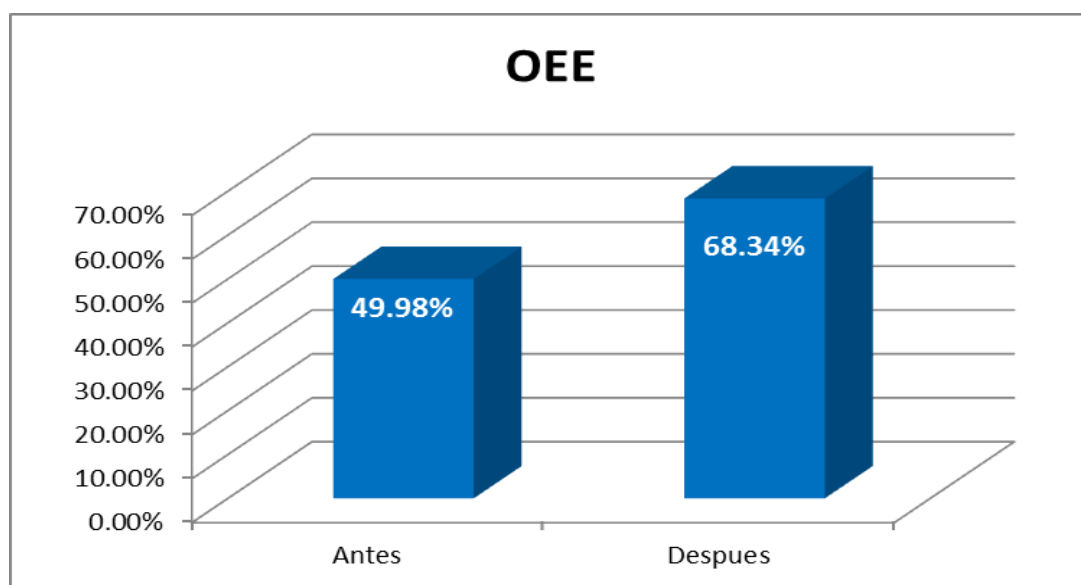
III RESULTADOS

Tabla 29 Comparativo OEE 2015 vs 2016

	ene	feb	Mar	abr	may	jun	Media
2015	52.21%	50.49%	47.47%	49.94%	49.30%	50.47%	49.98%
2016	61.73%	66.06%	68.89%	69.89%	71.88%	71.61%	68.34%

Nota: En la tabla se puede evidenciar que hay una mejora de 37% en la media del indicador OEE Fuente: Elaboración propia

Gráfico 19 Evolución del OEE



Fuente: Elaboración propia

Después de la implementación del TPM el indicador OEE mejoró considerablemente con respecto a los valores del primer semestre del 2015, el incremento es de 36% (tomando los promedios 2015 – 2016)

Mantenimiento Planificado. - Como en el caso anterior se trabajó un indicador.

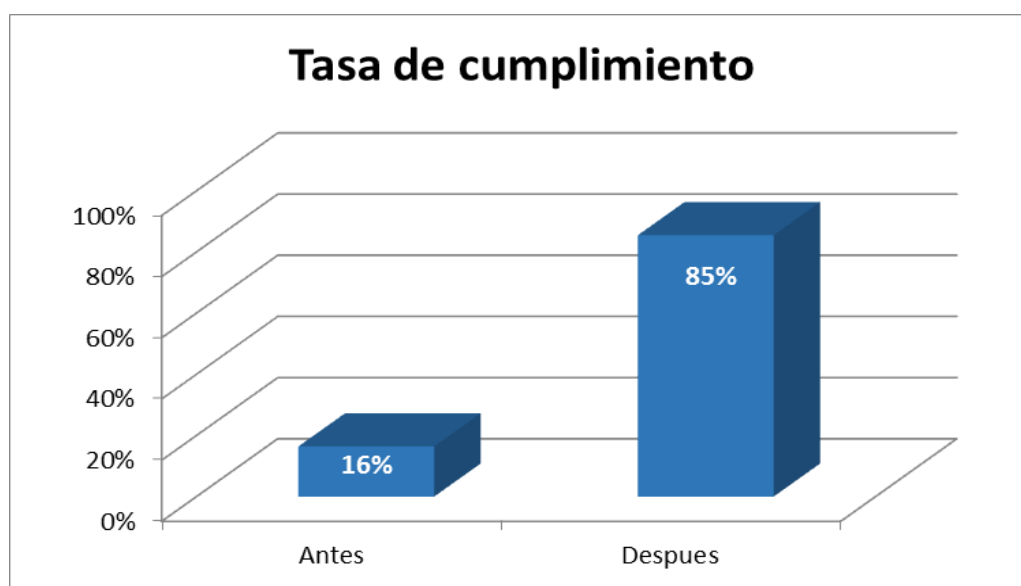
Indicador 1: Tasa de cumplimiento PM (Mantenimiento Preventivo)

$$\text{Formula: } \frac{\text{Total Trabajos MTTO. Preventivo}}{\text{Total trabajos de PM}} \times 100$$

Tabla 30 Tasa de cumplimiento PM

	ene	feb	mar	Abr	may	jun	Media
2015	22%	0%	20%	20%	25%	11%	16%
2016	89%	100%	60%	97%	75%	89%	85%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 20 Evolución de la tasa de cumplimiento

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en los gráficos, después de la implementación del TPM el indicador de MP, presento una mejora, pasando de tener una tasa de cumplimiento de 17% a 86%.

Variables dependientes

Productividad

Para medir esta variable se consideran datos del primer semestre del año 2015 y posterior a la implementación datos primer semestre año 2016

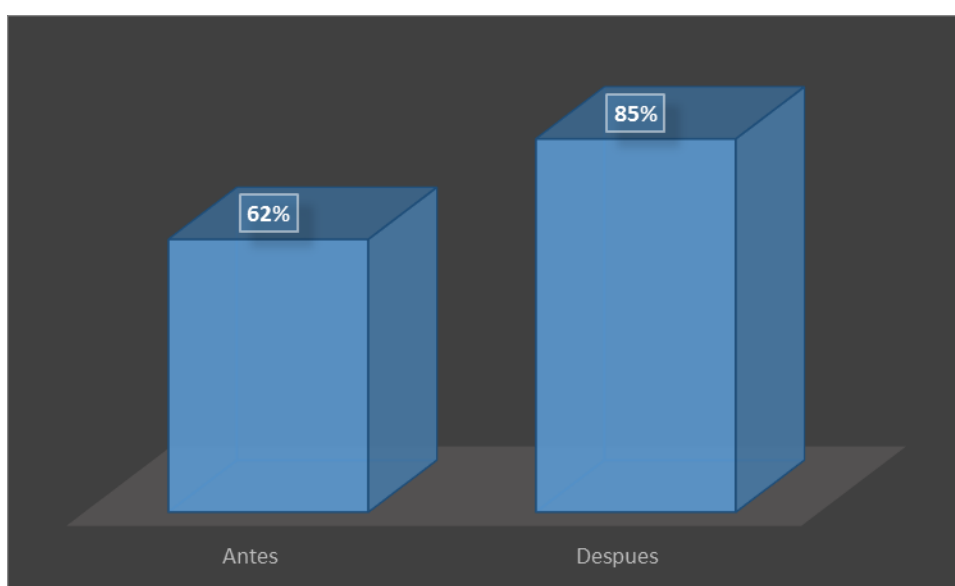
Tabla 31 Productividad semestre 1- 2016

Escenario	Meses	Eficiencia	Eficacia	Productividad (eficiencia*eficacia)	Media
Antes de implementación	Ene-15	87%	70%	61%	62%
	Feb-15	91%	70%	64%	
	Mar-15	89%	73%	65%	
	Abr-15	84%	70%	59%	

	May-15	87%	71%	62%	
	Jun-15	88%	70%	62%	
Después de implementación	Ene-16	88%	84%	74%	85%
	Feb-16	90%	88%	79%	
	Mar-16	91%	90%	82%	
	Abr-16	92%	95%	88%	
	May-16	93%	100%	93%	
	Jun-16	93%	100%	93%	

Elaboración propia

Gráfico 21 *Evolución de la productividad*



Fuente: Elaboración propia

Los datos recopilados y analizados después de la implementación nos indica que la productividad en el área de perfiles drywall en el primer semestre del 2016 presenta un incremento de 37% con respecto al primer semestre del año 2015.

Gráfico 22 Descriptivo productividad 2015 – 2016

		Estadístico
productividad_2015	Media	62.17
	Mediana	62.00
	Varianza	4.567
	Desviación estándar	2.137
	Mínimo	59
	Máximo	65
	Rango	6
productividad_2016	Media	84.83
	Mediana	85.00
	Varianza	60.567
	Desviación estándar	7.782
	Mínimo	74
	Máximo	93
	Rango	19

Fuente: Tomado de los resultados SPSS 22

Los datos obtenidos nos indican que la Media de productividad que se tenía en el área de perfiles drywall en el 2015, antes de la aplicación de TPM era de 62.17, con una variabilidad de 4.56 la productividad de la mitad de las líneas en estudio está por debajo de 62, entre la máquina más eficaz y la menor existe una diferencia de 6. Después de la aplicación del TPM, la Media de productividad es de 84.83, con una variabilidad de 60.56, la productividad de la mitad de las máquinas está por debajo de 85, entre la máquina más eficaz y la menor de ellas la diferencia es de 19%.

Análisis Inferencial

Prueba de normalidad

H0: los datos provienen de una distribución normal

H1: los datos no provienen de una distribución normal

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05 = 5\%$ de margen máximo de error

Regla de decisión: $p \geq \alpha \rightarrow$ se acepta la hipótesis nula H0

$p < \alpha \rightarrow$ se rechaza la hipótesis nula H0

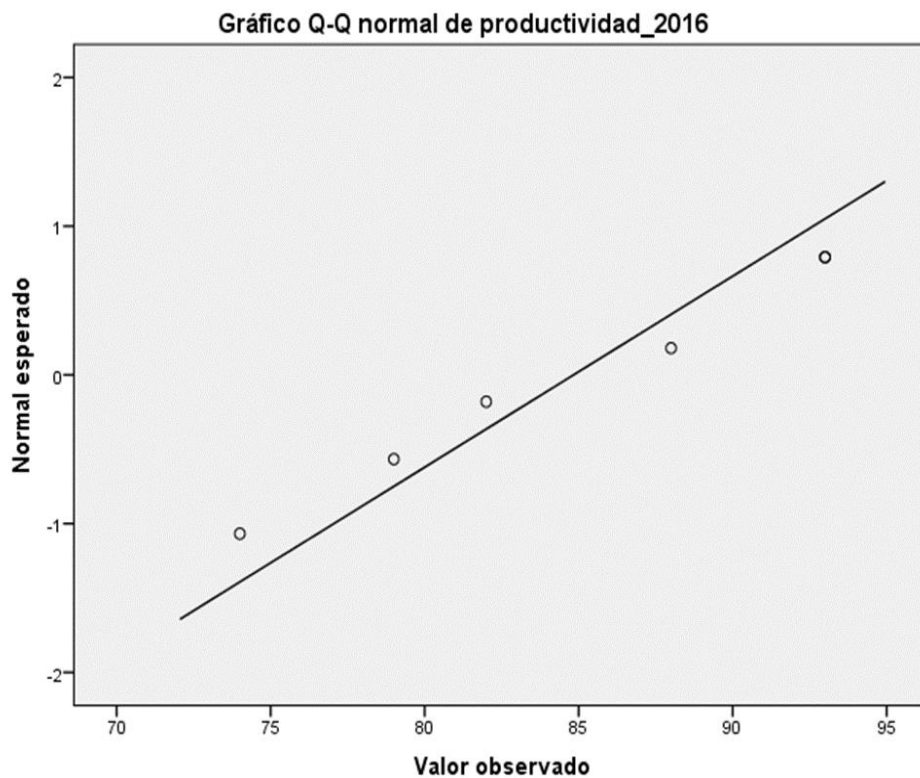
Gráfico 23 Prueba de normalidad Productividad 2016

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
productividad_2016	0.918	6	0.493

Fuente: Tomado de los resultados SPSS 22

El resultado de la prueba de normalidad de la variable Productividad_2016 el p valor (sig) 0.493 es mayor que 0.05 por tanto se acepta el H0, los datos provienen de una distribución normal.

Gráfico 24 Grafico Q-Q Productividad_2016



En el grafico Q-Q normal Productivida_2016 nos indica que los puntos de la muestra están muy juntos a la línea matriz por lo tanto la normalidad se puede probar que es correcta.

Eficacia

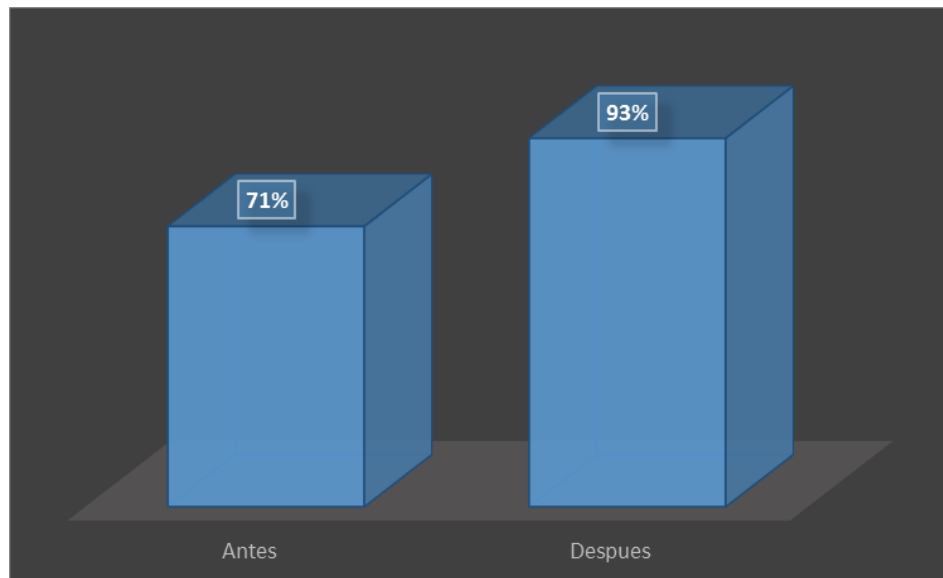
Para medir esta dimensión se toma en cuenta las ordenes de fabricación cerradas en fecha entre la las cantidades y fechas de entrega de las ordenes de

Tabla 32 Eficacia 2015 vs Eficacia 2016

Escenario	Meses	N° OF programadas	N° OF cerradas en fecha	Eficacia	Media
Antes de implementación	Ene-15	43	30	70%	71%
	Feb-15	50	35	70%	
	Mar-15	44	32	73%	
	Abr-15	50	35	70%	
	May-15	48	34	71%	
	Jun-15	50	35	70%	
Después de implementación	Ene-16	44	37	84%	93%
	Feb-16	48	42	88%	
	Mar-16	40	36	90%	
	Abr-16	58	55	95%	
	May-16	47	47	100%	
	Jun-16	49	49	100%	

Fuente: Área de planeamiento de la empresa

Gráfico 25 Evolución de la Eficacia



Fuente: Elaboración propia

La grafica 21 nos muestra la mejora que se logró en la eficacia, donde se aprecia una mejora de 31% con respecto al 1er semestre del 2015

Gráfico 26 Descriptivos de la eficacia 2015 – 2016

		Estadístico
Eficacia_2015	Media	70.67
	Mediana	70.00
	Varianza	1.47
	Desviación estándar	1.21
	Mínimo	70.00
	Máximo	73.00
	Rango	3.00
Eficacia_2016	Media	92.83
	Mediana	92.50
	Varianza	43.37
	Desviación estándar	6.59
	Mínimo	84.00
	Máximo	100.00
	Rango	16.00

Fuente: Tomado de los resultados SPSS 22

Los datos obtenidos nos indican que la eficacia que se tenía en el área de perfiles drywall en el 2015, antes de la implementación de TPM era de 70.67 en promedio, con una variabilidad de 1.47 la eficacia de la mitad de las líneas en estudio está por debajo de 70, entre la máquina más eficaz y la menor existe una diferencia de 3.00. Después de la aplicación del TPM, la eficacia promedio es de 92.83, con una variabilidad de 43.37, la eficacia de la mitad de las máquinas está por debajo de 92.50, entre la máquina más eficaz y la menor de ellas la diferencia es de 16%.

Análisis Inferencial

Prueba de normalidad

H0: los datos provienen de una distribución normal

H1: los datos no provienen de una distribución normal

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05 = 5\%$ de margen máximo de error

Regla de decisión: $p \geq \alpha \rightarrow$ se acepta la hipótesis nula H0

$p < \alpha \rightarrow$ se rechaza la hipótesis nula H0

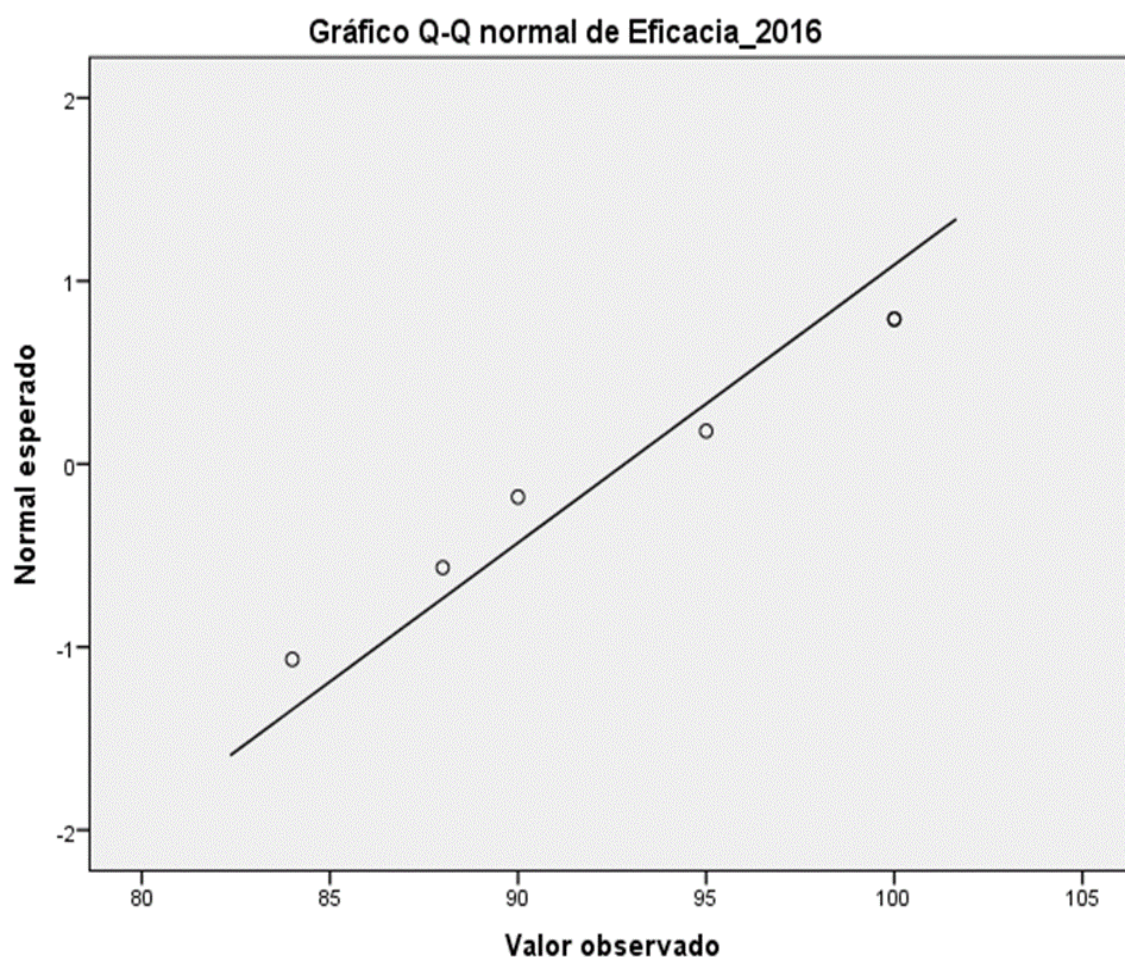
Gráfico 27 Prueba de normalidad Eficacia_2016

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia_2016	0.917	6	0.481

Fuente: Tomado de los resultados SPSS 22

El resultado de la prueba de normalidad de la variable Eficacia_2016 el p valor (sig) 0.481 es mayor que 0.05 por tanto se acepta el H0, los datos provienen de una distribución normal.

Gráfico 28 Grafico Q-Q Eficacia_2016



En el grafico Q-Q normal Eficacia_2016 nos indica que los puntos de la muestra están muy juntos a la línea matriz por lo tanto la normalidad se puede probar que es correcta.

Eficiencia.

Para analizar esta dimensión se tomaron los datos del costo de insumos asignados a una Orden de Fabricación (OF) entre los insumos utilizados en la misma.

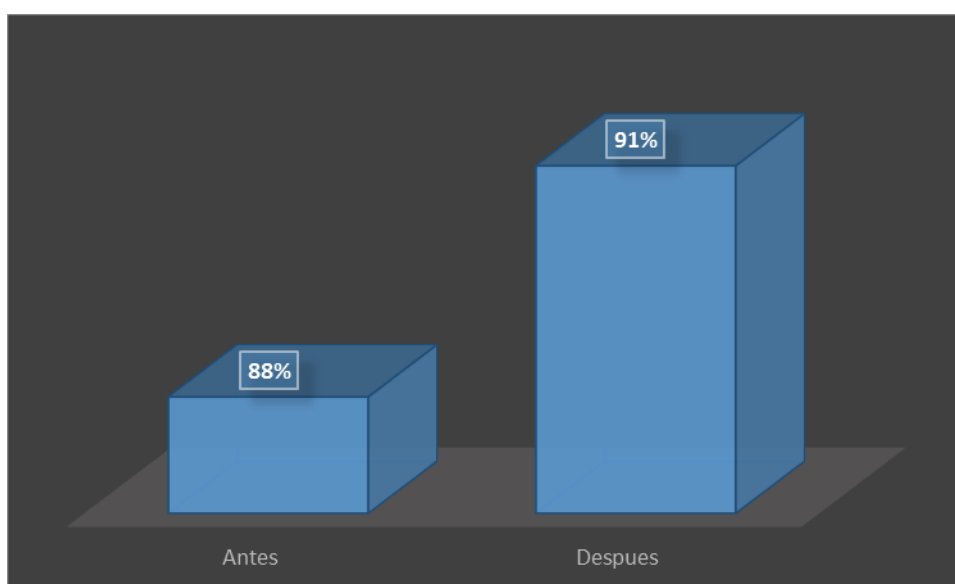
Tabla 33 *Eficiencia 2015 vs Eficiencia 2016*

Escenario	Meses	Insumos programados	Insumos utilizados	Eficiencia	<i>Media</i>
Antes de implementación	Ene-15	\$373,309	\$429,762	87%	88%
	Feb-15	\$439,447	\$484,336	91%	
	Mar-15	\$433,579	\$484,820	89%	
	Abr-15	\$417,752	\$496,417	84%	
	May-15	\$398,412	\$457,091	87%	
	Jun-15	\$474,824	\$538,353	88%	
Después de implementación	Ene-16	\$454,894	\$519,328	88%	91%
	Feb-16	\$385,742	\$428,617	90%	
	Mar-16	\$397,952	\$437,975	91%	
	Abr-16	\$409,814	\$443,806	92%	
	May-16	\$403,236	\$432,102	93%	
	Jun-16	\$422,421	\$452,333	93%	

Fuente: Área de planeamiento

Después de la implementación la eficiencia paso de estar en un 88% a 91%

Gráfico 29 Evolución de la Eficiencia



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 30 Descripción de la eficiencia 2015 – 2016

		Estadístico
Eficiencia_2015	Media	87.67
	Mediana	87.50
	Varianza	5.467
	Desviación estándar	2.338
	Mínimo	84
	Máximo	91
	Rango	7
Eficiencia_2016	Media	91.17
	Mediana	91.50
	Varianza	3.767
	Desviación estándar	1.941
	Mínimo	88
	Máximo	93
	Rango	5

Fuente: Tomados del SPSS 22

Los datos obtenidos nos indica que la eficiencia del área de perfiles drywall, antes de la implementación del TPM, era de 87.67 con una variabilidad de 5.467 la eficiencia de la mitad de las máquinas está por debajo de 87.50 entre la máquina más eficiente y la menos eficiente existe una diferencia de 7%. Después de la implementación la eficiencia promedio es de 91.17 con una variabilidad de 3.767 la eficiencia de la mitad de las máquinas está por debajo

de 91.50, entre la máquina más eficiente y la menos eficiente existe una diferencia de 5%.

Análisis Inferencial

Prueba de normalidad

H0: los datos provienen de una distribución normal

H1: los datos no provienen de una distribución normal

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05 = 5\%$ de margen máximo de error

Regla de decisión: $p \geq \alpha \rightarrow$ se acepta la hipótesis nula H0

$p < \alpha \rightarrow$ se rechaza la hipótesis nula H0

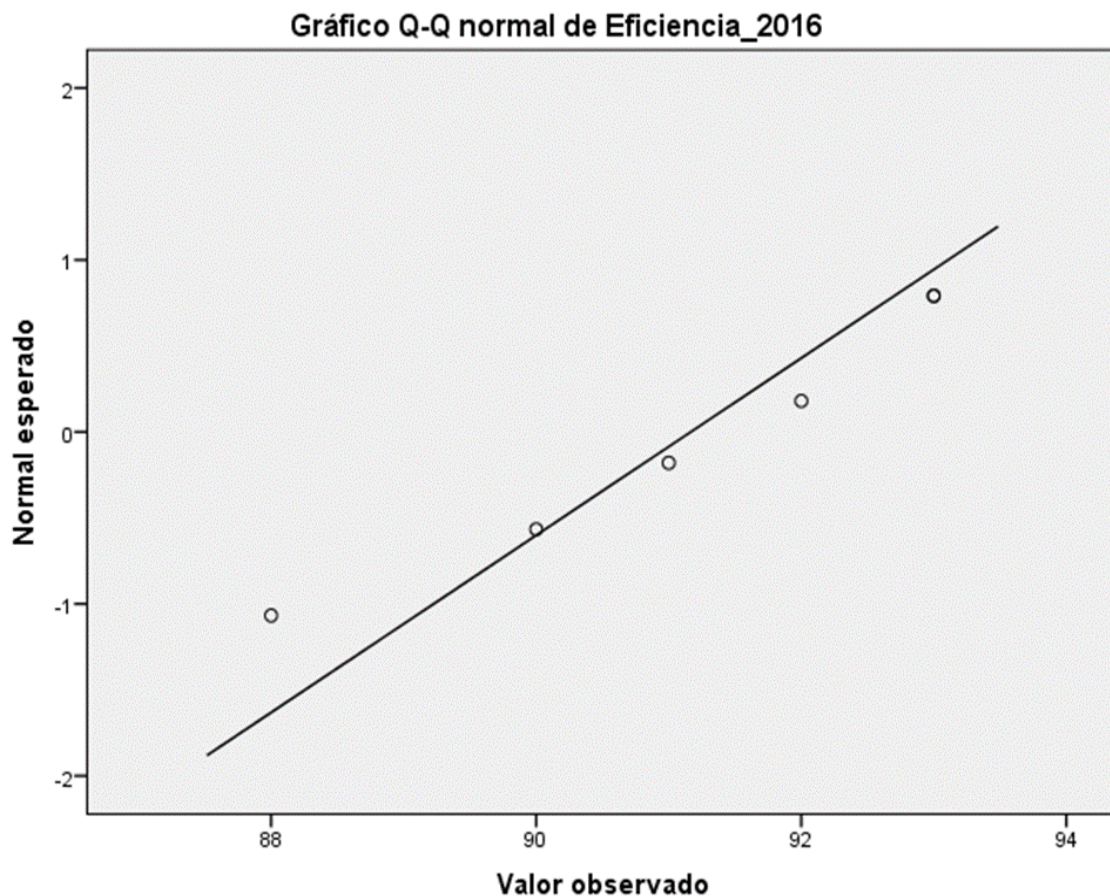
Gráfico 31 *Prueba de normalidad Eficiencia_2016*

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia_2016	0.912	6	0.452

Fuente: Tomado de los resultados SPSS 22

El resultado de la prueba de normalidad de la variable Eficiencia_2016 el p valor (sig) 0.452 es mayor que 0.05 por tanto se acepta el H0, los datos provienen de una distribución normal.

Gráfico 32 *Grafico Q-Q Eficiencia_2016*



En el grafico Q-Q normal Eficiencia_2016 nos indica que los puntos de la muestra están muy juntos a la línea matriz por lo tanto la normalidad se puede probar que es correcta.

Contrastación de las hipótesis.

Hipótesis principal.

H0: La aplicación del Método Mantenimiento Total Productivo no influye significativamente en la mejora de la productividad del proceso de perfilado de metales en el área de perfiles drywall en la empresa Metal Mecánica S.A., Lima, 2016.

HP: La aplicación del Método Mantenimiento Total Productivo influye significativamente en la mejora de la productividad, en el proceso de perfilado de metales del área de perfiles drywall en la empresa Metal Mecánica S.A. Lima 2016

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05 = 5\%$ de margen máximo de error

Regla de decisión: $p \geq \alpha \rightarrow$ se acepta la hipótesis nula H_0

$p < \alpha \rightarrow$ se rechaza la hipótesis nula H_0

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Productividad_2016 - Productividad_2015	22.667	8.524	3.480	13.721	31.613	6.513	5	0.001

El valor “p” obtenido es menor a 0.05 por tanto se acepta la hipótesis alterna que indica que la aplicación de Método Mantenimiento Total Productivo mejora significativamente la productividad en el proceso de perfilado de metales del área de perfiles drywall en la empresa Metal Mecánica S.A. Lima 2016.

Hipótesis secundarias

Hipótesis 1

H_0 : La aplicación del Método Mantenimiento Total Productivo no mejora significativamente la eficacia, en el proceso de perfilado de metales del área de perfiles drywall en la empresa Metal Mecánica S.A. Lima 2016

H_{S1} : La aplicación del Método Mantenimiento Total Productivo mejora significativamente la eficacia, en el proceso de perfilado de metales del área de perfiles drywall en la empresa Metal Mecánica S.A. Lima 2016

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05 = 5\%$ de margen máximo de error

Regla de decisión: $p \geq \alpha \rightarrow$ se acepta la hipótesis nula H_0

$p < \alpha \rightarrow$ se rechaza la hipótesis nula H_0

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Eficacia_2016 - Eficacia_2015	22.167	6.735	2.750	15.098	29.235	8.061	5	0.000

El nivel de significancia es menor a 0.05 con lo cual se rechaza la H0, se acepta que La aplicación del Método Mantenimiento Total Productivo mejora significativamente la eficacia, en el proceso de perfilado de metales del área de perfiles drywall en la empresa Metal Mecánica S.A. Lima 2016

Hipótesis 2

H0: La aplicación del Método Mantenimiento Total Productivo no mejora significativamente la eficiencia, en el proceso de perfilado de metales del área de perfiles drywall en la empresa Metal Mecánica S.A. Lima 2016

HS2: La aplicación del Método Mantenimiento Total Productivo mejora significativamente la eficiencia, en el proceso de perfilado de metales del área de perfiles drywall en la empresa Metal Mecánica S.A. Lima 2016

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05 = 5\%$ de margen máximo de error

Regla de decisión: $p \geq \alpha \rightarrow$ se acepta la hipótesis nula H0

$p < \alpha \rightarrow$ se rechaza la hipótesis nula H0

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Eficiencia_2016 Eficiencia_2015	3.500	3.391	1.384	-0.059	7.059	2.528	5	0.05

El nivel de significancia es igual a 0.05 con lo cual se rechaza la H0, se acepta que La aplicación del Método Mantenimiento Total Productivo mejora significativamente la eficiencia, en el proceso de perfilado de metales del área de perfiles drywall en la empresa Metal Mecánica S.A. Lima 2016.

IV DISCUSIÓN

1. Como se puede verificar en la tabla 32, queda determinado que la productividad en el área de estudio, se ha incrementado de 62% a 85% obteniéndose una mejora de 37%, esto se ha logrado como consecuencia de la aplicación del mantenimiento productivo total. El resultado obtenido concuerda con el estudio previo realizado por Rojas Cristóbal (2014), quien obtuvo como resultado una mejora en el rendimiento de los equipos pasando de 67% a 71% producto de la mejora realizada. Los resultados mostrados anteriormente concuerdan con la teoría de Lluís Cuatrecasà (2007) “Con el Mantenimiento Autónomo incluido en el TPM, la gestión de los equipos su mantenimiento se sitúa al nivel de los sistemas de gestión de la producción y de calidad más avanzados, eficientes y competitivos” (p.42).
2. Como se puede verificar en la tabla 35, queda determinado que la eficacia en el área de estudio, se ha incrementado de 71% a 93% obteniéndose una mejora de 30.98%, esto se ha logrado como consecuencia de la aplicación del mantenimiento productivo total. El resultado obtenido concuerda con el estudio previo realizado por Jiménez Ruiz (2012), quien obtuvo como resultado un impacto directo sobre la eficiencia, lo cual le permitió eliminar movimientos y acciones que no aportan valor en las actividades diarias. Estos resultados concuerdan con la teoría de Lluís Cuatrecasà (2007) “Con el Mantenimiento Autónomo incluido en el TPM, la gestión de los equipos su mantenimiento se sitúa al nivel de los sistemas de gestión de la producción y de calidad más avanzados, eficientes y competitivos” (p.42).
3. Como se puede verificar en la tabla 38, queda determinado que la eficiencia en el área de estudio, se ha incrementado de 88% a 91% obteniéndose una mejora de 3.4%, esto se ha logrado como consecuencia de la aplicación del mantenimiento productivo total. El resultado obtenido concuerda con el estudio previo realizado por Molina Puentes (2014), quien obtuvo como resultado un impacto en el tiempo de ocio la cual fue reducido significativamente lo cual influyó en la mejora de la eficiencia. Los resultados mostrados anteriormente concuerdan con la teoría de Lluís Cuatrecasà (2007) “Con el Mantenimiento Autónomo incluido en el TPM, la gestión de

los equipos su mantenimiento se sitúa al nivel de los sistemas de gestión de la producción y de calidad más avanzados, eficientes y competitivos” (p.42).

V CONCLUSIONES

1. Se estableció que, aplicando el Mantenimiento Productivo Total, se logró una mejora en la productividad, dentro del proceso de perfilado de metales en el área de estudio, pasando de 62% en el pre test a 85% en el pos test lo cual significó una mejora de 37%, lo cual permite afirmar que estos resultados se pueden trasladar a otras áreas de la empresa.

2. Se estableció que, aplicando el Mantenimiento Productivo Total, se logró una mejora en la eficacia, dentro del proceso de perfilado de metales en el área de estudio, pasando de 71% en el pre test a 93% en el pos test lo cual significó una mejora de 30.98%, lo cual permite afirmar que estos resultados se pueden replicar a otras áreas de la empresa.

3. Se estableció que, aplicando el Mantenimiento Productivo Total, se logró una mejora en la eficiencia, dentro del proceso de perfilado de metales en el área de estudio, pasando de 88% en el pre test a 91% en el pos test lo cual significó una mejora de 3.4%, lo cual permite afirmar que estos resultados que permiten optimizar los tiempos se pueden replicar a otras áreas de la empresa.

VI RECOMENDACIONES

1. Garantizar el fortalecimiento de la comunicación del área de perfiles drywall con sus clientes internos como son: planeamiento, mantenimiento, y almacén estas acciones permitirán tener un mejor control de los procesos permitiéndoles ser más eficaces en las operaciones, no obstante la implementación del TPM requiere escuchar las opiniones y sugerencias de los trabajadores ellos como conocedores de los procesos son los más indicados para enriquecer la experiencia de mejoras, siempre analizando el antes y después de todos los problemas tratados.

2. Trabajar en crear un ambiente agradable y favorable dentro del área de perfiles drywall buscando que la metodología se mantenga vigente, así mismo capacitar al personal sin dejar de lado a los operarios claves en sus procesos, con ello garantizaran la eficiencia dentro de los procesos, permitiendo también la sostenibilidad de la metodología a pesar de la gran rotación personal que se tiene en la planta. Continuar con la documentación en cada etapa de los procesos y actividades realizadas en el área de perfiles drywall, indicando los pasos y acciones en cada una de ellas, el lenguaje a utilizar debe ser el utilizado en planta para que el trabajador se pueda familiarizar rápidamente, todo esto con la finalidad de garantizar la sostenibilidad de la implementación en la empresa.

3. Repotenciar el área de mantenimiento, incrementando los conocimientos de los técnicos del área de perfiles drywall, esto permitirá cubrir los turnos programados teniendo el control sobre las líneas de perfilado, contando con un área fortalecida por la experiencia y capacidad de los técnicos se podrán realizar con éxito la planificación de los programas de mantenimiento para las líneas del área.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Referencias Bibliográficas

BERNAL, Cesar. Metodología de la Investigación para Administración, Económica, Humanidades y Ciencias Sociales. 2a. Ed. México: Leticia Gaona, 2006. 304 p.

ISBN: 970-26-0645-4

CUATRECASAS, Lluís y TORRELL, Francesca. TPM en un entorno Lean Managmenent. Barcelona: Profit, 2010. 410 p.

ISBN: 978-84-92956-12-8.

GARCIA, Alfonso. Productividad y Reducción de Costos para la pequeña y mediana industria. 2a. Ed. Madrid: Trillas, 2011. 298 p. ISBN: 978-607-17-0733-8

GIL, Juan. Técnicas e Instrumentos para la recogida de Información. Ed. Digital. Madrid: Uned, 2011.

ISBN 978-84-362-6301-5

GOMEZ, Marcelo. Introducción a la Metodología de la Investigación Científica. 1a. Ed. Argentina: Brujas, 2006. 160 p.

ISBN 987-591-026-0

GUTIERREZ, Humberto. Calidad y Productividad. 4a. Ed. México: McGraw Hill, 2014. 382 p.

ISBN 978-607-15-1148-5

HERNANDEZ, Roberto. Metodología de la Investigación. 6a. Ed. México: McGraw Hill, 2014. 589 p.

ISBN 978-1-4562-2396-0

JIMENEZ Ruiz, Yeiny. Propuesta de Mejora bajo la filosofía TPM para la Empresa Cummins de los Andes S.A. Tesis (para optar el grado de ingeniero industrial). Caldas, Antioquia: Corporación Universitaria Lasallista, Facultad de ingenierías, 2012. 48 p.

MADARIAGA, Francisco. LEAN MANUFACTURING Exposición adaptada a la fabricación repetitiva a la fabricación de productos mediante procesos discretos. Bubok Publishing, 2013.

ISBN 978-84-686-2815-8

NAGHI, Mohammad. Metodología de la Investigación. 2a. Ed. México: Limusa, 2005. 528 p.

ISBN 968-18-5517-8

PEREZ, José. Gestión por procesos. 5a. Ed. Madrid: Esic, 2012. 307 p.

ISBN 978-84-7356-854-8

REY, Francisco. LAS 5S orden y limpieza en el puesto de trabajo. Madrid: Fundación confemetal, 2005. 166 p.

ISBN 84-96169-54-5

REY, Francisco. Mantenimiento Total de la Producción TPM proceso de implantación y desarrollo. Madrid: Fundación confemetal, 2001. 340 p.

ISBN 84-95428-49-0

SILVA Burga, Jorge. Implantación de TPM en la zona de enderezadoras de Aceros Arequipa. Tesis (para optar el grado de ingeniero industrial). Piura, Perú: Universidad de Piura, facultad de ingeniería, 2005. 88 p.

TAMAYO, Mario. El Proceso de la Investigación Científica. 4a. Ed. México: Limusa, 2004. 440 p.

ISBN 968-18-5872-7

TOKUTARO, Susuki. TPM en Industrias de Proceso. 2a. Ed. Madrid: 1995. 385 p.
ISBN 84-87022-18-9

VELASQUEZ Estrada, María Alejandra, propuesta para la implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para eficientizar las operaciones del proceso productivo en la línea de producción de bebidas carbonatadas en la fábrica de gaseosas salvavidas S.A. Tesis (para optar el título de ingeniera industrial). Guatemala: Universidad de san Carlos de Guatemala, facultad de ingeniería, 2010. 153 p.

Linkografías:

<http://tesistesina.blogspot.pe/2007/10/hiptesis.html>

<https://bianneygiraldo77.wordpress.com/category/capitulo-iii/>

<http://www.tesiseinvestigaciones.com/disentildeo-de-la-investigacioacuten.html>

<http://tpmcotecmar.es.tl/4-.-MARCO-TE%D3RICO.htm>

[Rojas Rangel M.F \(tesis\)](#)

[Bernal –Torres, C.A. \(2006\) metodología de la investigación. México: Leticia Gaona Figueroa.](#)

http://www.gs1pe.org/e_news/14_citelogistica_02.htm-

<http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/14114/Marin-Garcia.pdf?sequence=1>

<http://www.intangiblecapital.org/index.php/ic/article/view/360/370>

<http://www.uteq.edu.mx/tesis/mantenimiento/0400000267.pdf>

<http://tpmcotecmar.es.tl/4-.-MARCO-TE%D3RICO.htm>

http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/mirm/validacion_confiabilidad.html

<http://www.uteq.edu.mx/tesis/IN/024.pdf>

[GS1 Perú. http://www.gs1pe.org/e_news/14_citelogistica_02.htm-Alan](#)

[Fairlie Profesor de laPUCP http://aeperu.blogspot.com](#)

http://histolii.ugr.es/Postgrado/2007-2008/metodologia/Metodologia_III.pdf

<http://www.tesiseinvestigaciones.com/disentildeo-de-la-investigacioacuten.html>

www.mes-sigma.net

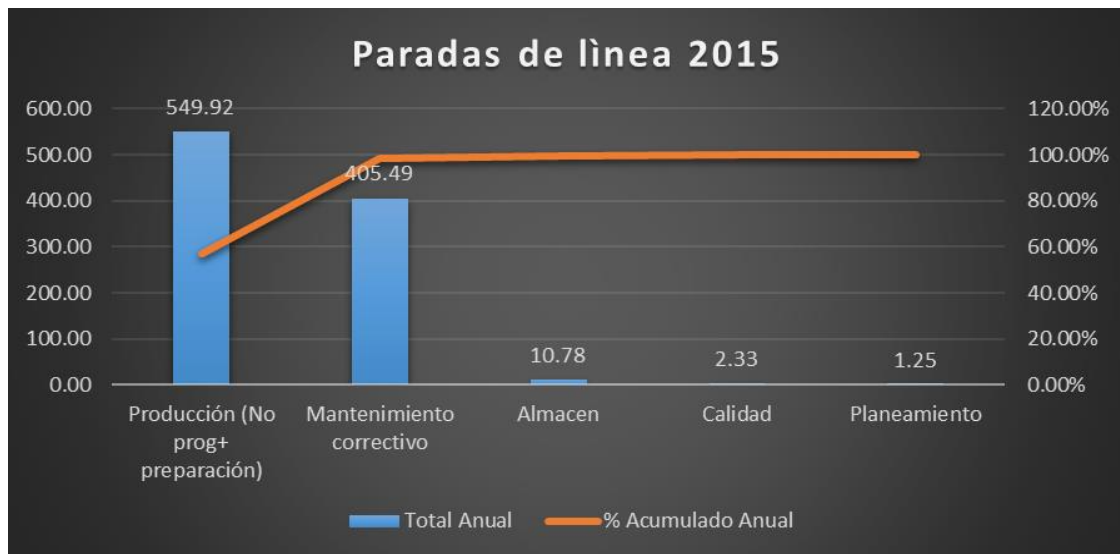
<http://www.wisis.ufg.edu.sv/www.wisis/documentos/TE/371.33-V335i/371.33-V335i-Capitulo%20V.pdf>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE PERFILADO DE METALES EN EL AREA DE PERFILES DRYWALL EN LA EMPRESA METAL MECANICA S.A, LIMA, 2016										
Preguntas de investigación	Objetivos	Hipótesis	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimenciones	Indicadores	Formula de Indicadores	Escala de los indicadores	Metodologia
GENERAL	GENERAL	PRINCIPAL	Aplicación del Método Mantenimiento Productivo Total	El Mantenimiento Productivo Total es una nueva filosofía de trabajo en plantas productivas que se genera en torno al mantenimiento, pero que alcanza y enfatiza otros aspectos como son: Participación de todo el personal de la planta, Eficacia total, sistema Total de gestión del mantenimiento de equipos desde su diseño hasta la corrección y la prevención (Lluís Cuatrecasas, Francesca Torrell. Pag. 33)	La investigación se fundamenta en el estudio de la variable, aplicación del Método Mantenimiento Productivo Total, donde sus cinco dimensiones y sus respectivos indicadores serán medidos mediante Analisis de datos numéricos en el área de perfiles drywall en la empresa Metal Mecanica S.A., Lima, 2016	Mantenimiento Autónomo	OEE	$EG = D \times E \times C$	Razón	<u>Tipo de Investigación</u> Aplicada <u>Diseño de Investigación</u> Pre experimental <u>Población y Muestra</u> Población: Las cuatro máquinas perfiladoras de láminas de metal Muestra: Toda la Población Técnicas: ●Observación ●Análisis de reporte de paradas ●Evaluación de competencia del personal ●Hoja de registro de datos Instrumentos: ●Formato de evaluación de capacidades del trabajador ●Reporte de paradas no programadas ●Hoja de registro de datos ●Informes de Producción Valides: Para el estudio no fue necesario hacer la validación de juicio de expertos debido a que los formatos utilizados son adaptaciones del libro TPM en un entorno Lean Management
¿De qué manera mejorara la productividad del proceso de perfilado de metales, con la implementación del Mantenimiento Productivo Total, en el área de perfiles drywall en la empresa Metal Mecánica S. A. Lima, 2016?	Determinar el efecto de la aplicación del Método Mantenimiento Productivo Total, en la mejora de la productividad, dentro del proceso de perfilado de metales en el área de perfiles drywall en la empresa Metal Mecánica S.A. Lima 2016	La aplicación del Método Mantenimiento Total Productivo mejora significativamente la productividad del proceso de perfilado de metales en el área de perfiles drywall en la empresa Metal Mecánica S.A., Lima, 2016				Mantenimiento Planificado	Tasa de cumplimiento del Mantenimiento Preventivo	$\frac{Total\ Trabajos\ de\ MTTO.Preventivo}{Total\ Trabajos\ MP}$	Razón	
						Mantenimiento Predictivo	Tiempo medio entre averias MTBF (tiempo de buen funcionamiento)	$MTBF = \frac{Tiempo\ de\ funcionamiento\ (TF)}{Número\ de\ averías\ (NP)}$	Razón	
						Gestión del mantenimiento asistida por ordenador (GMAO)	Cumplimiento de realización de los partes de averia	Número actual	Razón	
						Prevención del mantenimiento	Tiempo medio de paradas por averias	$MTTR = \frac{Tiempo\ de\ averias\ (TP)}{Número\ de\ averias\ (NP)}$	Razón	
ESPECIFICOS	ESPECIFICOS	SECUNDARIOS	Productividad = Eficiencia x Eficacia	La Productividad, tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. (Humberto Gutierrez Pulido pag. 20)	La investigación se fundamenta en el estudio de la variable Productividad, donde sus dimensiones eficacia, eficiencia y sus respectivos indicadores serán medidos mediante analisis de datos numericos en el área de perfiles drywall en la empresa Metal Mecánica S.A Lima, 2016	Eficacia	Cumplimiento del Plan de Producción	$\frac{N^o\ OF\ cerradas\ en\ fecha}{Meta}$	Razón	
¿De qué manera mejorara la eficacia en el proceso de perfilado de metales, con la implementación del Mantenimiento Productivo Total, en el área de perfiles drywall en la empresa Metal Mecánica S.A. Lima, 2016?	Determinar el efecto de la aplicación del Método Mantenimiento Productivo Total en la mejora de la eficacia, dentro del proceso de perfilado de metales en el área de perfiles drywall en la empresa Metal Mecánica S.A. Lima 2016	La aplicación del Método Mantenimiento Total Productivo mejora significativamente la eficacia, del proceso de perfilado de metales del área de perfiles drywall en la empresa Metal Mecánica S.A. Lima, 2016				Eficiencia	Insumos utilizados en Ordenes de Fabricación	$\frac{Insumos\ programados\ en\ OF}{Insumos\ utilizados\ en\ OF}$	Razón	

Anexo 2: Pareto horas de paradas 2015



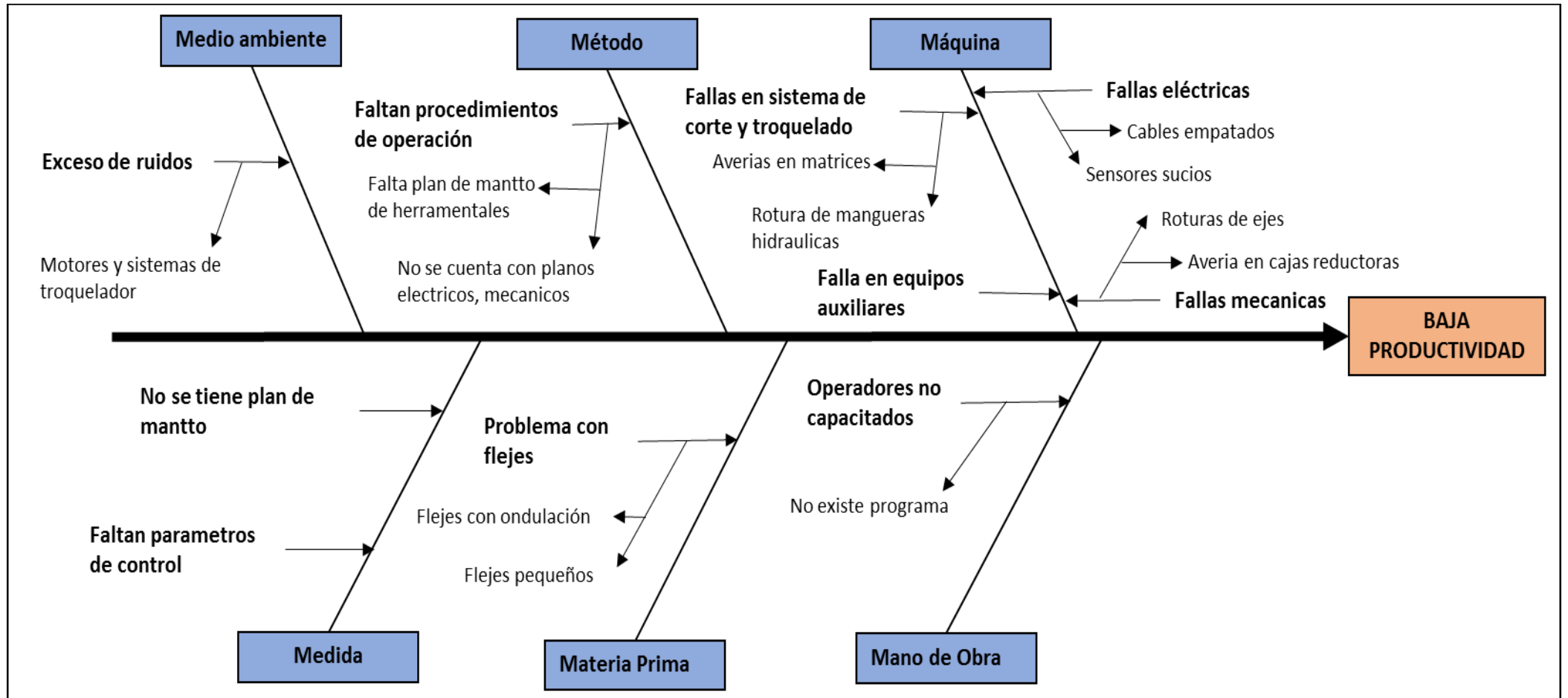
Anexo 3: Resultados del OEE trimestres 1 y 2 - 2015

Línea	Trimestre 1 2015	Trimestre 2 2015
1	65.0%	66.0%
2	60.0%	62.0%
3	57.0%	59.0%
4	34.4%	34.8%

Anexo 4: Control de cumplimiento del programa de producción

PROGRAMA DE PRODUCCIÓN PERFILADORA ARDCORD											
AGOSTO											
INSTAPLAC S.A.	30. jul	01. ago	03. ago	03-ago	4 3041	PERFIL PARANTE 64 X38 X 0.9 DIF.MED.GALV	6,000	6,000	1171143	TERMINADO	1000 pza x 6
CONSTRUTEK	30. jul	07. ago		08-ago	4 3036	PERFIL PARANTE 64 X38 X 0.45 X 3 GALV	40,000	40,704	1171142	TERMINADO	Problemas mecanicos en averia de guia de ingreso
CONSTRUTEK	30. jul	13. ago	14. ago	14-ago	4 3036	PERFIL PARANTE 64 X38 X 0.45 X 3 GALV	40,000	41,088	1171651	TERMINADO	Problemas con calibración de rodillos moleteadores
CONSTRUTEK	30. jul	18. ago	19. ago	21. ago	4 3036	PERFIL PARANTE 64 X38 X 0.45 X 3 GALV	40,300	40,808	1171969	TERMINADO	17/08 paradas 10:15 a 17:30 por limpieza de tanque de refrigerante (medidas de precaución por presencia de oxido en perfiles) - 19/08 Parada de 10:15 a 17:30 por problemas
CONSTRUTEK	30. jul	19. ago	20. ago	22. ago	4 3047	PERFIL PARANTE 89 X38 X 0.9 X 3 GALV	8,900	9,402	1172014	TERMINADO	Aumento de 3000 a 8900 pza / pedido MTO 3000 PZA
CONSTRUTEK	30. jul	25. ago	27. ago	28. ago	4 3042	PERFIL PARANTE 89 X38 X 0.45 X 3 GAL	45,600	25,536	1172403	TERMINADO	Disminuyo de 56600 a 45600 pza
FCA PERUANA ETERNIT S.A	20. ago	28. ago		31-ago	4 3062	PERFIL PARANTE 152 X38 X0.9 DIF.MED.GALV	24,810.00	24,810	1173130	TERMINADO	4135 pza x 6 metros
AIS PERU SA	24. ago	29. ago		31-ago	4 3062	PERFIL PARANTE 152 X38 X0.9	7,950.00	7,950	1173131	TERMINADO	1325 pza X 6 metros
SEPTIEMBRE											
CONSTRUTEK	28. ago	07. sep		08-sep	4 3042	PERFIL PARANTE 89 X38 X 0.45 X 3 GAL	40,000	40,320	1173150	TERMINADO	
CONSTRUTEK	28. ago	11. sep		13-sep	4 3042	PERFIL PARANTE 89 X38 X 0.45 X 3 GAL	40,000	40,656	1173798	TERMINADO	
CONSTRUTEK	28. ago	14. sep		17-sep	4 3042	PERFIL PARANTE 89 X38 X 0.45 X 3 GAL	17,500	18,144	1174331	TERMINADO	Reducir 23600 a 17500
CONSTRUTEK	07. sep	15. sep		17-sep	4 3044	PERFIL PARANTE 89 X38 X 0.45 X 2.44 GAL	2,000	2,026	1174332	TERMINADO	agrego 2000 pza
CONSTRUTEK	28. ago	28. sep	17. sep	19-sep	4 3047	PERFIL PARANTE 89 X38 X 0.9 X 3 GALV	10,700	10,369	1174569	TERMINADO	Reducir de 21900 a 10700 / 1000 pza de MTO-INSTAPLAC S.A
CONSTRUTEK	28. ago	18. sep	22. sep	24-sep	4 3036	PERFIL PARANTE 64 X38 X 0.45 X 3 GALV	40,000	40,320	1174644	TERMINADO	
CONSTRUTEK	28. ago	24. sep	26. sep	29-sep	4 3036	PERFIL PARANTE 64 X38 X 0.45 X 3 GALV	48,300	36,504	1175077	TERMINADO	Reducir de 59500 a 48300 pza
INSTAPLAC S.A	14. sep	24. sep	27. sep	28. sep	4 3041	PERFIL PARANTE 64 X38 X 0.9 DIF.MED.GALV	12,000	12,000	1174643	TERMINADO	2000 PZA X 6 Metros /Problemas en calibración
INSTAPLAC S.A.	23. sep	29. sep		30-sep	4 3041	PERFIL PARANTE 64 X38 X 0.9 DIF.MED.GALV	12,000	12,000	1175054	TERMINADO	2000 PZA X 6 Metros
OCTUBRE											
CONSTRUTEK	30. sep	06. oct		06-oct	4 3036	PERFIL PARANTE 64 X38 X 0.45 X 3 GALV	40,000	40,704	1175312	TERMINADO	
CONSTRUTEK	30. sep	12. oct		12-oct	4 3036	PERFIL PARANTE 64 X38 X 0.45 X 3 GALV	40,000	40,704	1175460	TERMINADO	
CONSTRUTEK	30. sep	14. oct		16-oct	4 3036	PERFIL PARANTE 64 X38 X 0.45 X 3 GALV	28,000	28,032	1175650	TERMINADO	
CONSTRUTEK	30. sep	20. oct	23. oct	23-oct	4 3042	PERFIL PARANTE 89 X38 X 0.45 X 3 GAL	40,000	40,656	1175658	TERMINADO	Problemas rotura de chumaceras en sistema de tramission de la
CONSTRUTEK	30. sep	26. oct	27. oct	27-oct	4 3042	PERFIL PARANTE 89 X38 X 0.45 X 3 GAL	31,000	31,380	1176138	TERMINADO	
CONSTRUTEK	30. sep	27. oct	28. oct	27-oct	4 3047	PERFIL PARANTE 89 X38 X 0.9 X 3 GALV	6,600	6,786	1176680	TERMINADO	

Anexo 5: Análisis causa efecto, sobre baja productividad



Anexo 6: Clasificación de las Seis Grandes Pérdidas y Tipos

Tipo	Pérdidas	Tipo y características	Objetivo
Tiempos muertos y de vacío	1. Averías	Tiempos de paro del proceso por fallos, errores o averías, ocasionales o crónicas, de los equipos	Eliminar
	2. Tiempos de reparación y auste de los equipos	Tiempos de paro del proceso por preparación de máquinas o útiles necesarios para su puesta en marcha	Reducir al máximo
Pérdidas de velocidad del proceso	3. Funcionamiento a velocidad reducida	Diferencia entre velocidad actual y la de diseño de equipo según su capacidad. Se pueden contemplar además otras mejoras en el equipo para superar su velocidad de diseño	Anular o hacer negativa la diferencia con el diseño
	4. Tiempos en vacío y paradas cortas	Intervalos de tiempo en que el equipo está en espera para poder continuar. Paradas cortas por desajustes varios	Eliminar
Productos o procesos defectuosos	5. Defectos de calidad y repetición de trabajos	Producción con defectos crónicos u ocasionales en el producto resultante y consecuentemente, en el modo desarrollo de sus procesos	Eliminar productos y procesos fuera tolerancias
	6. Puesta en marcha	Pérdidas de rendimiento durante la fase de arranque del proceso, que pueden derivar de exigencias técnicas	Minimizar según técnica

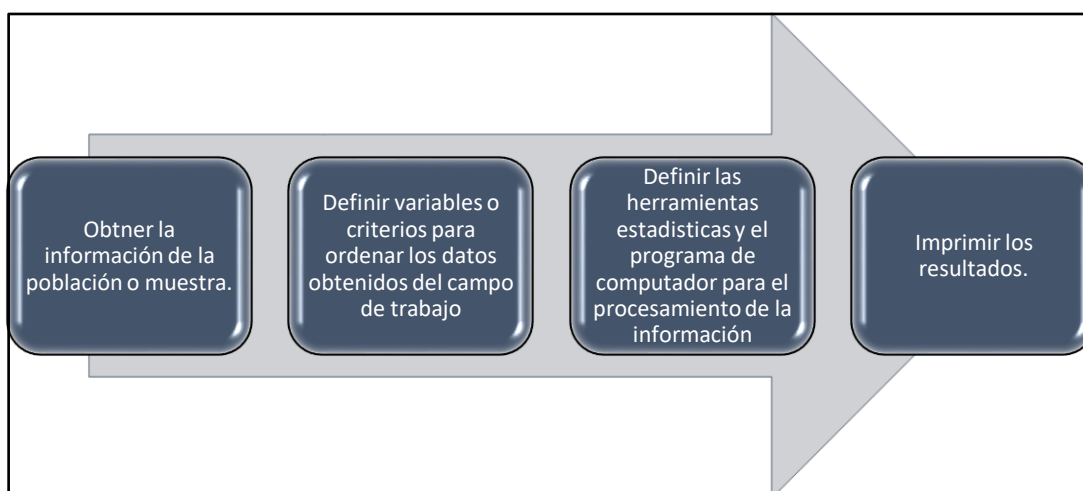
Anexo 7: Operacionalización de variables

APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE PERFILADO DE METALES EN EL AREA DE PERFILES DRYWALL EMPRESA METAL MECANICA S.A, LIMA, 2016									
Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de los Indicadores	Técnica	Instrumento	Unidad de Medida	Fórmula
Vt: APLICACIÓN DEL METODO MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	El Mantenimiento Productivo Total es una nueva filosofía de trabajo en plantas productivas que se genera en torno al mantenimiento, pero que alcanza y enfatiza otros aspectos como son: Participación de todo el personal de la planta, Eficacia total, sistema Total de gestión del mantenimiento de equipos desde su diseño hasta la corrección y la prevención (Lluís Cuatrecasas, Francesca Torrell. Pag. 33)	La investigación se fundamenta en el estudio de la variable, aplicación del Método Mantenimiento Productivo Total, donde sus cinco dimensiones y sus respectivos indicadores serán medidos mediante Analisis de datos numéricos en el área de perfiles drywall en la empresa Metal Mecanica S.A., Lima, 2016	Mantenimiento Autónomo	OEE	Razón	Analisis documental	Informe de producción	Porcentaje	$EG = D \times E \times C$
			Mantenimiento Planificado	Tasa de cumplimiento del Mantenimiento Preventivo	Razón	observación / Analisis documental	Hoja de registro de datos	Porcentaje	$\frac{Total\ Trabajos\ de\ MTTO.Preventivo}{Total\ Trabajos\ MP}$
			Mantenimiento Predictivo	Tiempo medio entre averias MTBF (tiempo de buen funcionamiento)	Razón	Analisis documental	Hoja de registro de datos	Porcentaje	$MTBF = \frac{Tiempo\ de\ funcionamiento\ (TF)}{Número\ de\ averias\ (NP)}$
			Gestión del mantenimiento asistida por ordenador (GMAO)	Cumplimiento de realización de los partes de averia	Razón	observación / Analisis documental	Evaluación de competencia del personal / hoja de registro	Porcentaje	Número actual
			Prevención del mantenimiento		Razón	observación / Analisis documental	Hoja de registro de datos	Porcentaje	
APLICACIÓN DEL MÉTODO MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE PERFILADO DE METALES EN EL AREA DE PERFILES DRYWALL EMPRESA METAL MECANICA S.A, LIMA, 2016									
Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de los Indicadores	Técnica	Instrumento	Unidad de Medida	Fórmula
VD: PRODUCTIVIDAD	La Productividad, tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. (Humberto Gutierrez Pulido pag. 20)	La investigación se fundamenta en el estudio de la variable Productividad, donde sus dimensiones eficacia, eficiencia y sus respectivos indicadores serán medidos mediante analisis de datos numericos en el área de perfiles drywall en la empresa Metal Mecànica S.A Lima, 2016	Eficacia	Cumplimiento del Plan de Producción	Razón	observación / Analisis documental	Evaluación de competencia del personal / Informe de producción	Porcentaje	$\frac{N^{\circ}\ OF\ cerradas\ en\ fecha}{Meta}$
			Eficiencia	Insumos utilizados en Ordenes de Fabricación	Razón	observación / Analisis documental	Evaluación de competencia del personal / Informe de producción	Porcentaje	$\frac{Insumos\ programados\ en\ OF}{Insumos\ utilizados\ en\ OF}$

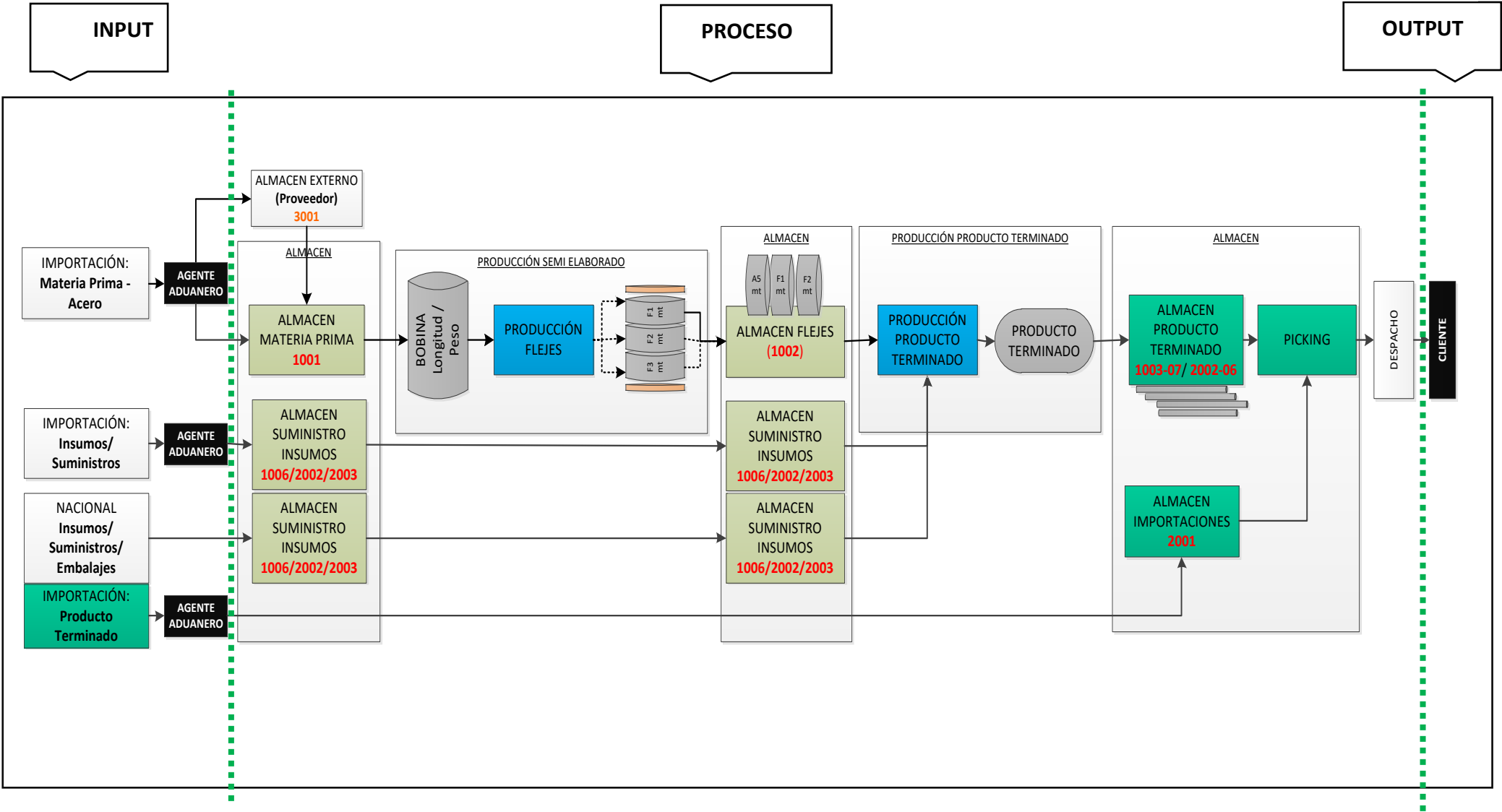
Anexo 8: Técnicas e instrumentos

TÉCNICA	INSTRUMENTO
Evaluación de competencia del personal	Formato para evaluar la capacidad de los trabajadores
Análisis del reporte de paradas	Reporte de paradas, programadas y no programadas
Hoja de registro de datos	Formato para medir nivel de cumplimiento de los mantenimientos preventivos
Informe de producción	Archivo donde se registran las insidencias de cada turno, en ella se cargan datos de consumos de MP y horas hombre por cada actividad realizada

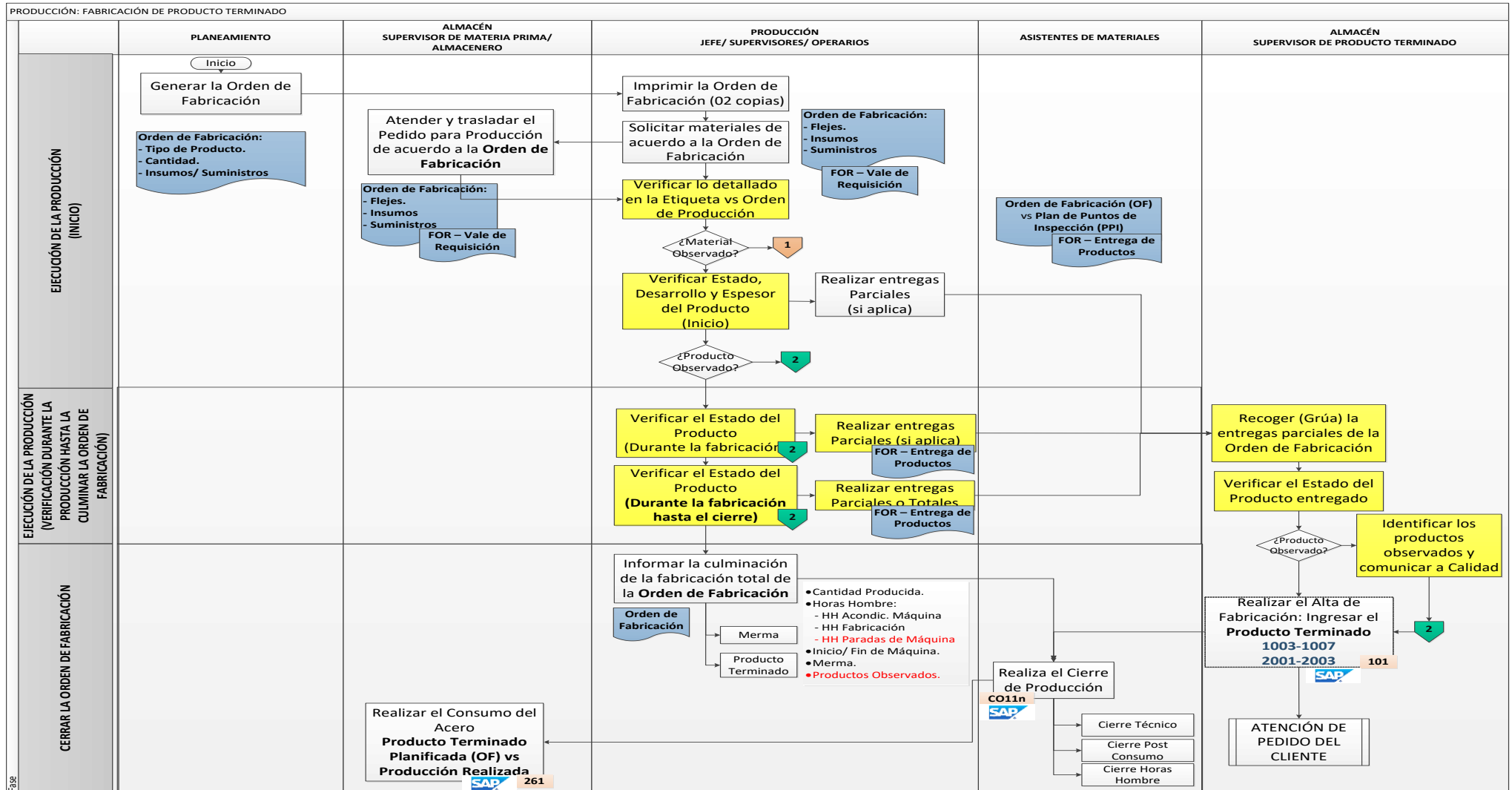
Anexo 9: Flujo del método para el análisis de datos



Anexo 10: Proceso productivo



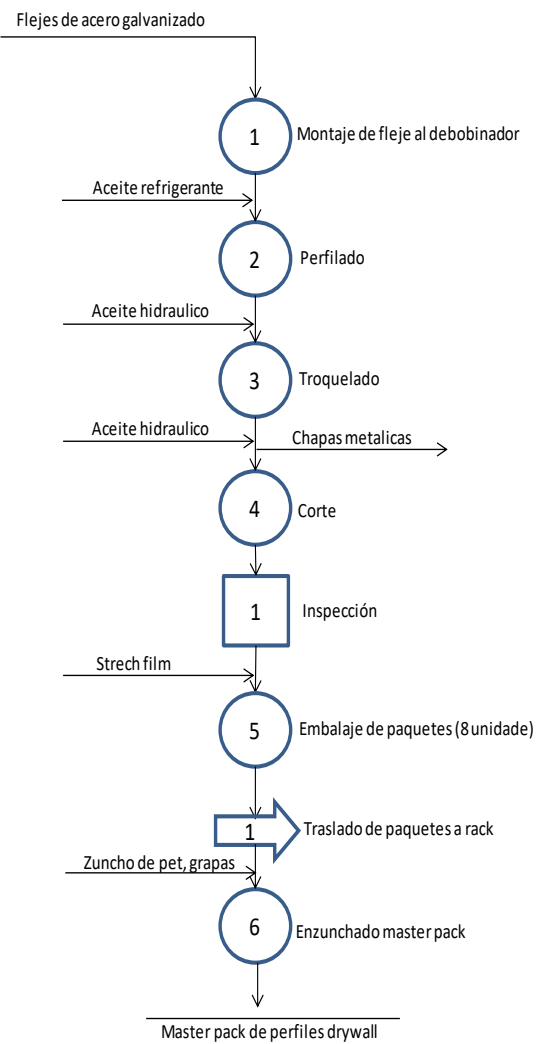
Anexo 11: Diagrama de flujo del proceso productivo






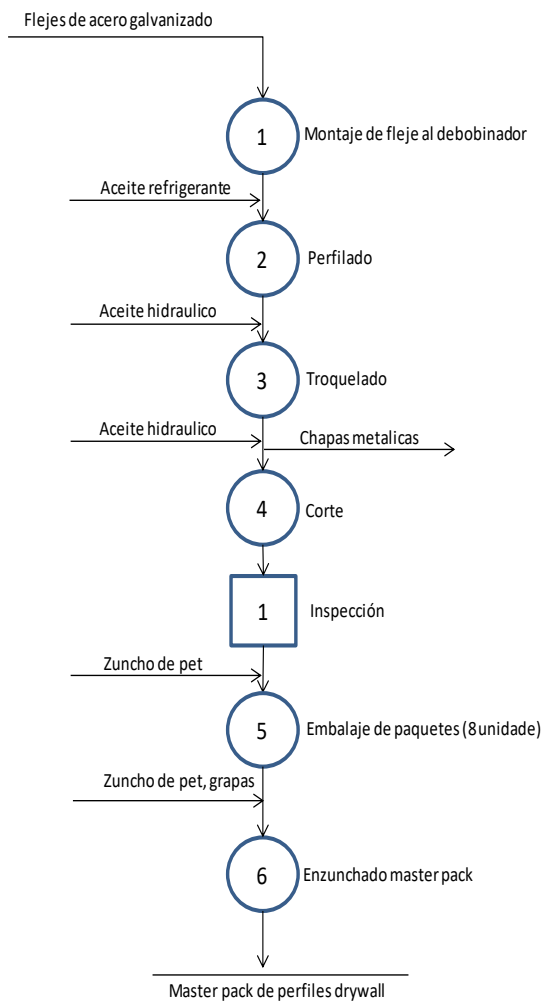
Anexo 12: Capacidad instalada de las 4 líneas



Línea	Año de instalación	Tipos de producto	Formatos	Velocidad m/min	TM/hora
1	1999	Angulo esquinero	Único	28	0.24
2	2000	Perfil Riel	R 39 - R 65 - R 90	29	0.69
3	2000	Perfil Parante	P 38 - P 64 - P 89	31 - 12.5	0.56
4	2012	Perfil Parante	P 64 - P 89	100	3.83

Anexo 13: Diagrama de Operaciones del Proceso

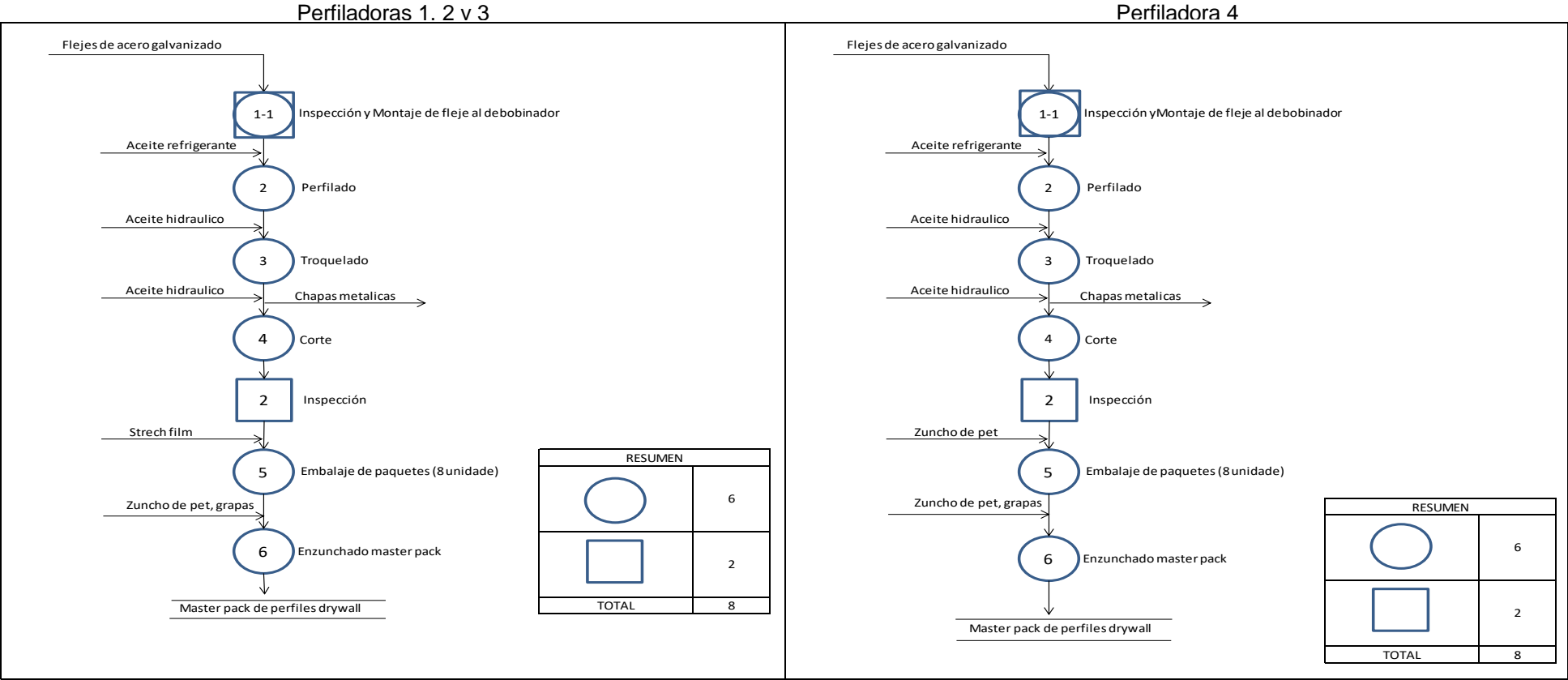


RESUMEN	
	6
	1
	1
TOTAL	8



RESUMEN	
	6
	1
TOTAL	7

Anexo 14 Diagrama de Operaciones del Proceso



Elaboración propia

Anexo 15: OEE Semestre 1 - 2015

	MESES	OEE	DISPONIBILIDAD	EFICIENCIA	CALIDAD
Línea 1	ene-15	59.71%	75.00%	80.00%	99.52%
	feb-15	61.12%	77.00%	81.00%	98.00%
	mar-15	55.71%	73.00%	79.00%	96.60%
	abr-15	56.43%	76.00%	75.00%	99.00%
	may-15	55.84%	74.00%	77.00%	98.00%
	jun-15	57.09%	73.00%	79.00%	99.00%
Línea 2	ene-15	50.72%	69.00%	75.00%	98.00%
	feb-15	51.84%	68.00%	77.00%	99.00%
	mar-15	46.66%	65.00%	74.00%	97.00%
	abr-15	49.25%	67.00%	75.00%	98.00%
	may-15	48.23%	68.00%	72.00%	98.50%
	jun-15	48.56%	65.00%	75.00%	99.60%
Línea 3	ene-15	65.21%	78.00%	84.00%	99.52%
	feb-15	58.04%	70.00%	83.00%	99.90%
	mar-15	54.18%	71.00%	79.00%	96.60%
	abr-15	61.20%	73.00%	84.00%	99.80%
	may-15	59.05%	75.00%	79.00%	99.66%
	jun-15	58.81%	72.00%	82.00%	99.60%
Línea 4	ene-15	33.21%	42.85%	77.87%	99.52%
	feb-15	32.75%	50.25%	65.23%	99.90%
	mar-15	31.62%	47.20%	69.35%	96.60%
	abr-15	32.89%	45.64%	72.21%	99.80%
	may-15	34.08%	48.24%	70.90%	99.66%
	jun-15	37.41%	51.92%	72.34%	99.60%

Anexo 16: Cumplimiento del MTTO Planificado

Líneas área drywall	Total PM	Total MTTO Preventivo	Tasa de cumplimiento
Línea 1	9	1	11%
Línea 2	7	2	29%
Línea 3	8	2	25%
Línea 4	11	1	9%
Total	35	6	17%

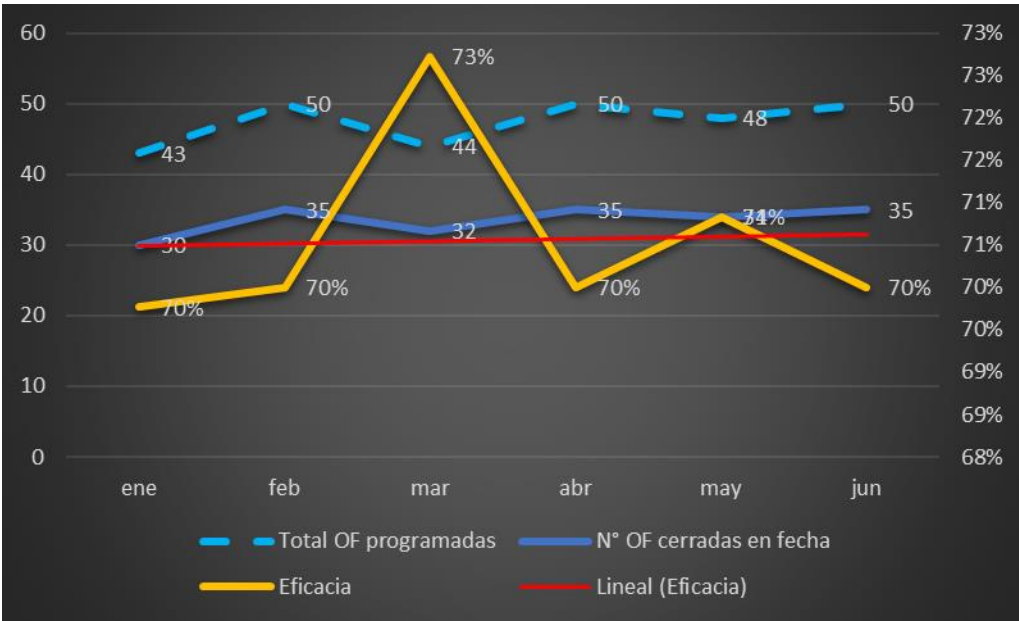
Anexo 17: Tasa de cumplimiento MP



Anexo18: Cumplimiento del plan de producción

	ene	feb	mar	abr	may	jun	Total Semestre
Total OF programadas	43	50	44	50	48	50	285
N° OF cerradas en fecha	30	35	32	35	34	35	201
Eficacia	70%	70%	73%	70%	71%	70%	71%

Anexo 19: Línea de tendencia del plan de producción



Anexo 20: Insumos asignados vs insumos utilizados

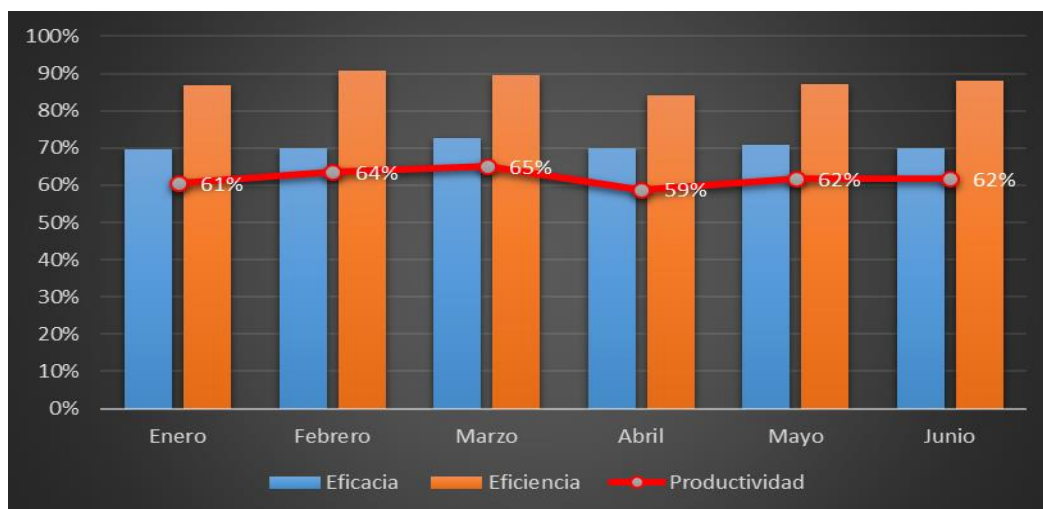
INSUMOS PROGRAMADOS														
			Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio	
Insumos	Und.	precio unit. \$	Cant.	Precio total	Cant.	Precio total	Cant.	Precio total	Cant.	Precio total	Cant.	Precio total	Cant.	Precio total
Acero	TM	\$ 550.00	608	\$ 334,400	725	\$ 398,750	715	\$ 393,250	695	\$ 382,250	658	\$ 361,900	785	\$ 431,750
MO	HH	\$ 4.50	7500	\$ 33,750	8000	\$ 36,000	7900	\$ 35,550	6850	\$ 30,825	7100	\$ 31,950	8500	\$ 38,250
Máquina	HM	\$ 0.60	1757	\$ 1,054	1800	\$ 1,080	1820	\$ 1,092	1650	\$ 990	1650	\$ 990	1820	\$ 1,092
Zuncho	Roll	\$ 45.00	5	\$ 225	5	\$ 225	5	\$ 225	5	\$ 225	4	\$ 180	6	\$ 270
strech film	Caja	\$ 60.00	5	\$ 300	5	\$ 300	6	\$ 360	6	\$ 360	5	\$ 300	6	\$ 360
Lubricantes	Gln	\$ 10.00	4	\$ 40	4	\$ 40	5	\$ 50	5	\$ 50	4	\$ 40	5	\$ 50
Tintas para impresora	Und	\$ 8.50	4	\$ 34	4	\$ 34	4	\$ 34	4	\$ 34	4	\$ 34	4	\$ 34
Solventes para impresora	Und	\$ 6.00	6	\$ 36	6	\$ 36	6	\$ 36	6	\$ 36	6	\$ 36	6	\$ 36
Agua	Its			\$ 108.67		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -
Energia Electrica	watts			\$ 379.17		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -
Gas Natural	Gln	\$ -	0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -
Alquiler de local	m2	\$ 7.00	426	\$ 2,982	426	\$ 2,982	426	\$ 2,982	426	\$ 2,982	426	\$ 2,982	426	\$ 2,982
			\$ 373,308.84		\$ 439,447.00		\$ 433,579.00		\$ 417,752.00		\$ 398,412.00		\$ 474,824.00	

INSUMOS UTILIZADOS														
			Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio	
Insumos	Und.	precio unit. \$	Cant.	Precio total	Cant.	Precio total	Cant.	Precio total	Cant.	Precio total	Cant.	Precio total	Cant.	Precio total
Acero	TM	\$ 550.00	699.2	\$ 384,560	797.5	\$ 438,625	800.8	\$ 440,440	834	\$ 458,700	756.7	\$ 416,185	890	\$ 489,500
MO	HH	\$ 4.50	8736	\$ 39,312	9048	\$ 40,716	8736	\$ 39,312	7280	\$ 32,760	8008	\$ 36,036	9712	\$ 43,704
Máquina	HM	\$ 0.60	1976	\$ 1,186	2080	\$ 1,248	1976	\$ 1,186	1768	\$ 1,061	1872	\$ 1,123	2336	\$ 1,402
Zuncho	Roll	\$ 45.00	7	\$ 315	5	\$ 225	6	\$ 270	7	\$ 315	5	\$ 225	5	\$ 225
strech film	Caja	\$ 60.00	8	\$ 480	7	\$ 420	8	\$ 480	7	\$ 420	7	\$ 420	7	\$ 420
Lubricantes	Gln	\$ 10.00	7	\$ 70	5	\$ 50	6	\$ 60	8	\$ 80	5	\$ 50	5	\$ 50
Tintas para impresora	Und	\$ 8.50	6	\$ 51	4	\$ 34	5	\$ 43	6	\$ 51	4	\$ 34	4	\$ 34
Solventes para impresora	Und	\$ 6.00	8	\$ 48	6	\$ 36	8	\$ 48	8	\$ 48	6	\$ 36	6	\$ 36
Agua	Its			\$ 108.67		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -
Energia Electrica	watts			\$ 650.00		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -
Gas Natural	Gln	\$ -	0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -
Alquiler de local	m2	\$ 7.00	426	\$ 2,982	426	\$ 2,982	426	\$ 2,982	426	\$ 2,982	426	\$ 2,982	426	\$ 2,982
			\$ 429,762.27		\$ 484,336.00		\$ 484,820.10		\$ 496,416.80		\$ 457,091.20		\$ 538,352.60	

Anexo 21: Productividad Semestre 1 - 2015

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
<i>Eficacia</i>	70%	70%	73%	70%	71%	70%
<i>Eficiencia</i>	87%	91%	89%	84%	87%	88%
Productividad	61%	64%	65%	59%	62%	62%

Anexo 22: Productividad Trimestre 1 y 2 - 2015



Anexo 23: Fases de la implementación

<i>Fase</i>	<i>Etapas</i>	<i>Aspectos de gestión</i>
<i>1. Preparación</i>	1. Decisión de aplicar el TPM en la empresa	La alta dirección hace público su deseo de llevar a cabo un programa TPM a través de reuniones internas, boletines de la empresa, etc.
	2. Información sobre TPM	Campañas informativas a todos los niveles para la introducción
	3. Estructura promocional de TPM	Formar comités especiales en cada nivel para promover TPM. Crear una oficina de promoción del TPM
	4. Objetivos y políticas básicas TPM	Analizar las condiciones existentes; establecer objetivos, prever resultados
	5. Plan maestro de desarrollo del TPM	Preparar planes detallados con las actividades a desarrollar y los plazos de tiempo que se prevean para ello
<i>2. Introducción</i>	6. Arranque formal del TPM.	Conviene llevarlo a cabo invitando a clientes, proveedores y empresas o entidades relacionadas.
<i>3. Implantación</i>	7. Mejorar la efectividad del equipo	Seleccionar un (os) equipo(s) con pérdidas crónicas y analizar causas y efectos para poder actuar
	8. Desarrollar un programa de Mantenimiento Autónomo.	Implicar en el mantenimiento diario a los operarios que utilizan el equipo, con un programa básico y la formación adecuada
	9. Desarrollar un programa de Mantenimiento Planificado	Incluye el mantenimiento periódico o con parada, el correctivo y el predictivo
	10. Formación para elevar capacidades de operación y mantenimiento	Entrenar a los líderes de cada grupo que después enseñarán a los miembros del grupo correspondiente
	11. Gestión temprana de equipos	Diseñar y fabricar equipos de alta fiabilidad y mantenibilidad
<i>4. Consolidación</i>	12. Consolidación del TPM y elevación	Mantener y mejorar los resultados obtenidos, mediante un programa de mejora continua, que puede basarse en la aplicación del ciclo PDCA

Anexo 24: Cronograma de implementación

[illegible]

Anexo 25: Hoja de registro de datos

MANTENIMIENTO AUTONOMO																																		
Código de equipo: ARD-001					Descripción: Máquina perfiladora de Parantes															Ref: MA ARD Area PPD														
Area de producción: perfiles Drywall Línea 4 - PPD																																		
Realizado					Revisado / Aprobado										Tarea a realizar por:																			
Registro de datos																																		
Código Operario:																																		
Frecuencia diaria																																		
Puntos a verificar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				
1. Verificación estado lubricación chumaceras y carro de corte																																		
2. Verificación parametros de sincronización del carro de corte, ajuste de tuercas en rodillos																																		
3. Verificación ajuste de pernos de troquelador, tuercas de estaciones, y fijación de sensores en mesa nester																																		
Frecuencia quincenal																																		
	1ra. Quincena: 1 cada mes (o el primer día laborable posterior)															2da. Quincena: día 15 (o el primer día laborable posterior)																		
1. Verificar estado escobillar motor																																		
2. Verificar nivel de aceite en cajas reductoras																																		
3. Verificar estado conservación cadenas de																																		
X= Correcto	Y= Incorrecto															C= Acción correctiva																		

Anexo 26: Formato de evaluación de capacidades

Clasificación del trabajo	Operario		Fernandes	Palomino	Ancajima	Collantes	Cartolin	Guanilo	Pacsi	Ccori
	Conceptos de conocimiento/capacidad									
Básico	1	Uso conocimiento de pernos y tuercas	○	○	△	○	○	○	○	○
	2	Uso conocimiento de herramientas	○	○	△	○	○	○	○	○
	3	Uso conocimiento de llaves	○	□	△	□	□	△	□	□
	4	Conocimiento de rodillos y ejes, y sus métodos de montaje	△	□	●	△	△	□	△	△
Capacidades de taller	5	Teoría práctica de limado	○	○	△	○	○	○	○	○
	6	Teoría práctica de rectificado	○	○	●	○	□	○	△	○
	7	Teoría práctica de soldadura	○	○	●	○	□	□	△	○
Ensamble	8	Uso conocimiento de cremalleras, piñones, engranajes	△	○	△	○	□	□	△	□
	9	Uso conocimientos de embragues y frenos	□	△	○	□	○	○	○	○
	10	Instalación, ajuste de matrices de troquelado y corte	□	□	△	□	○	○	△	△
	11	Habilidad para evaluar y actuar contra fallos inesperados	○	△	△	○	○	△	△	△
Hidráulica / neumática	12	Uso y conocimiento de controladores de velocidad, controladores de flujo y válvulas de retención	△	○	○	△	△	△	△	△
	13	Uso conocimiento de FRUs (filtros)	△	△	○	△	○	○	△	○
	14	Uso conocimiento de válvulas solenoides	△	△	○	○	○	○	△	○
	15	Uso conocimiento de tuberías y conectores hidráulicos y neumáticos	△	△	○	○	○	○	△	○
Planos	16	Conocimiento de planos	△	○	○	△	○	○	△	○
Lubricación	17	Conocimiento de lubricación	△	○	○	△	○	○	△	○
Fundamentos	18	Conocimientos de materiales y su aplicación	○	○	○	○	○	○	○	○
	19	Uso conocimiento de herramientas de medición, calibradores, goniómetro, wincha, etc.	○	△	○	△	△	○	○	△
Otros	20	Uso conocimiento de perfiladoras	△	○	○	△	△	□	△	△
	21	Uso conocimiento de motores y transmisiones	△	○	○	○	○	□	○	△
	22	Uso conocimiento de debobinadores y enzunchadoras	○	○	○	○	□	□	○	□
Consumibles	23	Uso conocimiento de rodamientos	○	○	○	○	□	□	□	□
	24	Uso conocimiento de lánas, zunchos y sustancias químicas para impresoras	△	△	○	○	△	△	△	△
Seguridad	25	Conocimiento y atención a la seguridad	○	○	○	○	○	○	○	○
	Puntuación (máx. 25)	Conocimiento	24	19	24	19	20	19	9	16
		Capacidad	19	25	24	19	20	19	9	16

● Conocimiento y capacidad insatisfactoria

○ Conocimiento y capacidad satisfactorias

□ conocimiento satisfactorio

△ Capacidad satisfactoria

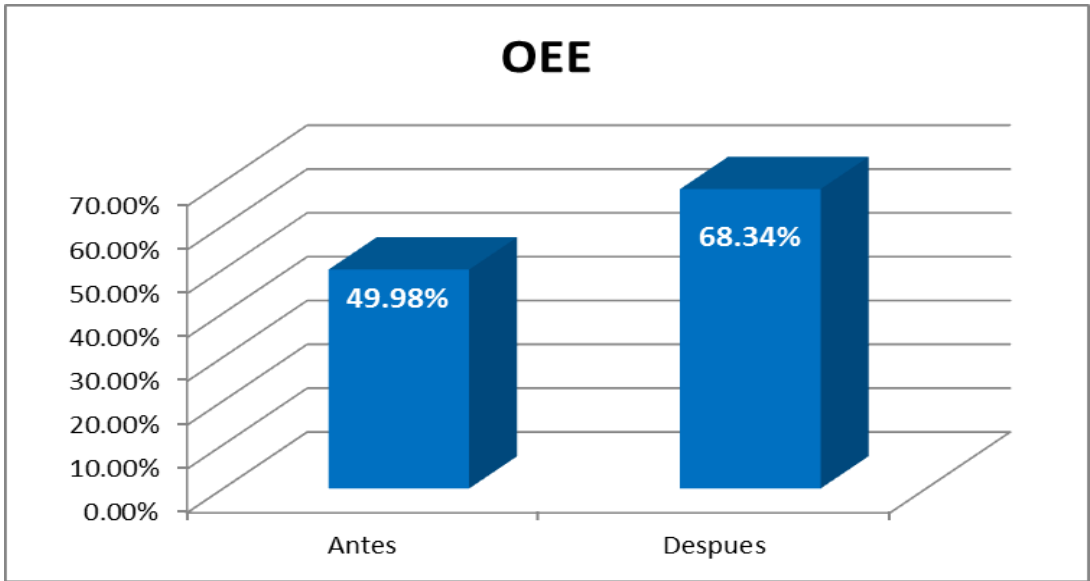
Anexo 27: OEE Semestre 1 - 2016

	MESES	OEE 2015	OEE 2016
<i>Línea 1</i>	enero	59.71%	66.51%
	febrero	61.12%	71.10%
	marzo	55.71%	71.17%
	abril	56.43%	73.71%
	mayo	55.84%	73.80%
	junio	57.09%	73.81%
<i>Línea 2</i>	enero	50.72%	66.97%
	febrero	51.84%	67.86%
	marzo	46.66%	71.19%
	abril	49.25%	72.24%
	mayo	48.23%	72.89%
	junio	48.56%	72.68%
<i>Línea 3</i>	enero	65.21%	66.92%
	febrero	58.04%	67.84%
	marzo	54.18%	68.60%
	abril	61.20%	67.23%
	mayo	59.05%	69.56%
	junio	58.80%	68.63%
<i>Línea 4</i>	enero	33.21%	46.52%
	febrero	32.75%	57.43%
	marzo	31.62%	64.59%
	abril	32.89%	66.40%
	mayo	34.09%	71.26%
	junio	37.41%	71.33%

Anexo 28: Comparativo OEE 2015 vs 2016

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
2015	52.21%	50.94%	47.04%	49.94%	49.30%	50.47%
2016	61.73%	66.06%	68.89%	69.89%	71.88%	71.61%

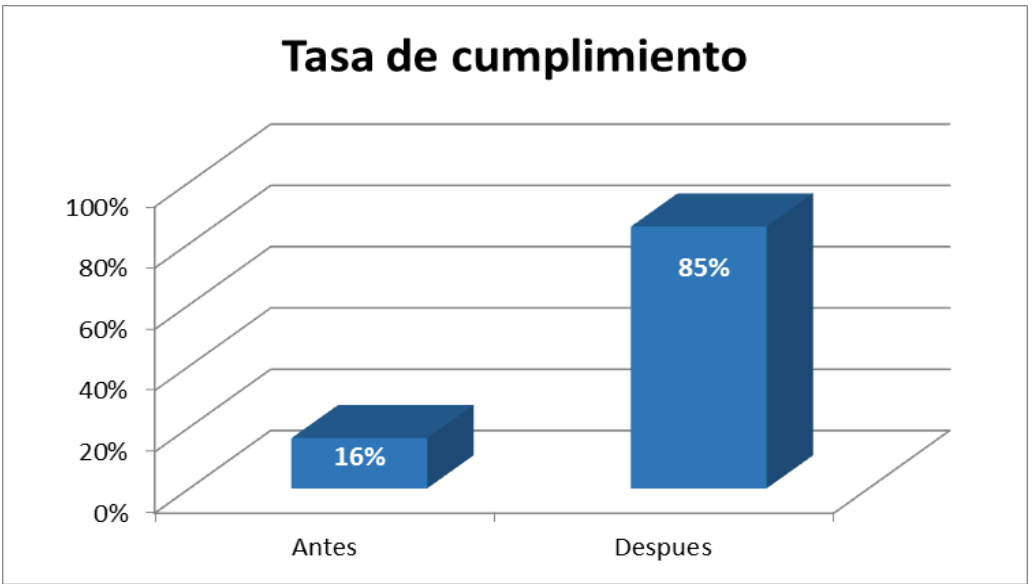
Anexo 29: Evolución del OEE



Anexo 30: Tasa de cumplimiento PM

	Enero	febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
2015	22%	0%	20%	20%	25%	11%
2016	89%	100%	60%	100%	75%	89%

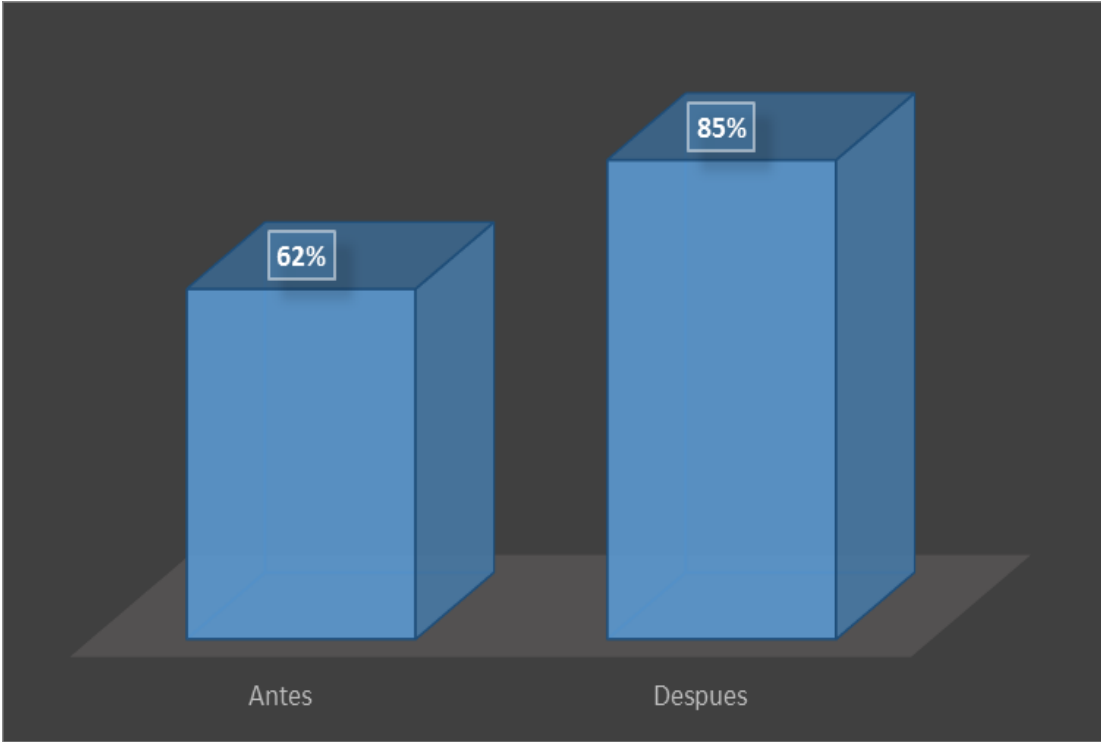
Anexo 31: Evolución de la tasa de cumplimiento



Anexo 31: Productividad semestre 1- 2016

Escenario	Meses	Eficiencia	Eficacia	Productividad (eficiencia * eficacia)	Media
<i>Antes de implementación</i>	Ene-15	87%	70%	61%	62%
	Feb-15	91%	70%	64%	
	Mar-15	89%	73%	65%	
	Abr-15	84%	70%	59%	
	May-15	87%	71%	62%	
	Jun-15	88%	70%	62%	
Despues de implementación	Ene-16	88%	84%	74%	85%
	Feb-16	90%	88%	79%	
	Mar-16	91%	90%	82%	
	Abr-16	92%	95%	88%	
	May-16	93%	100%	93%	
	Jun-16	93%	100%	93%	

Anexo 32: Evolución de la productividad



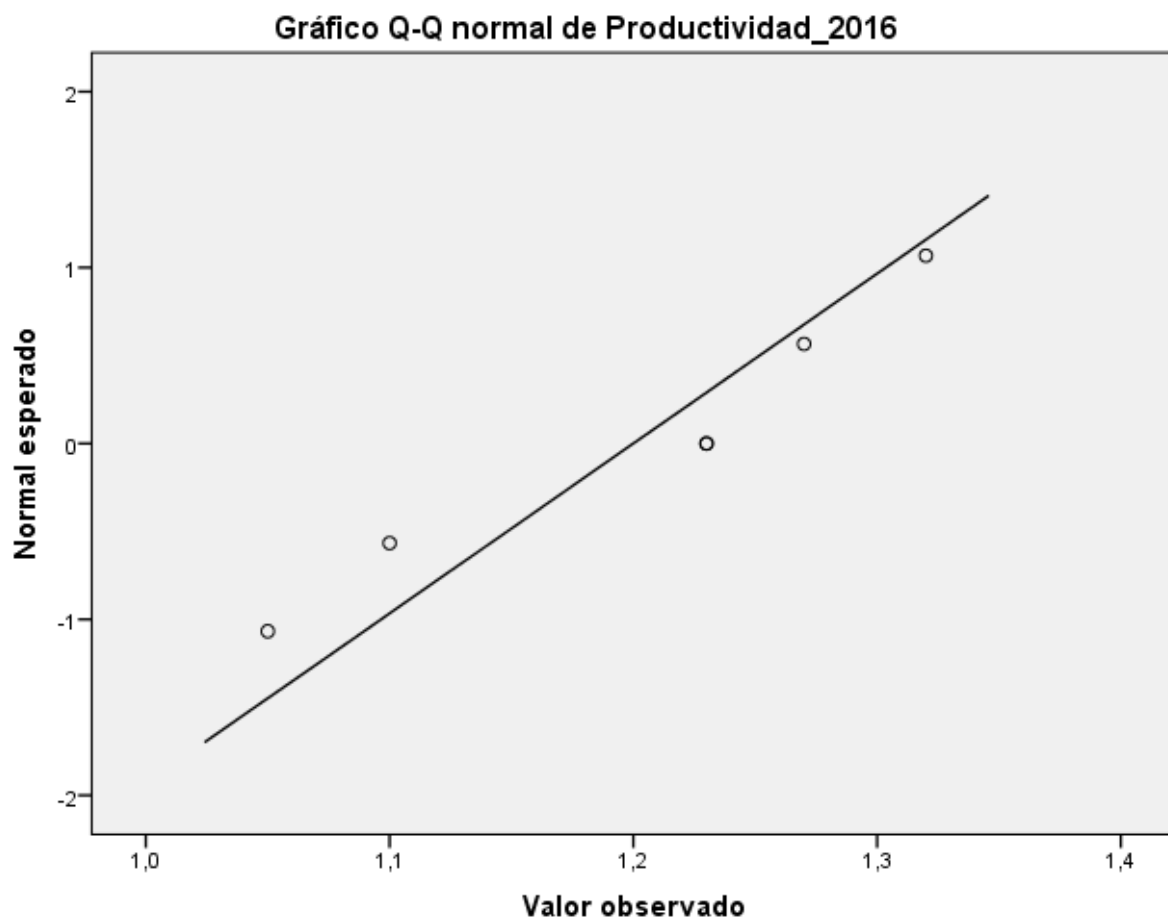
Anexo 33: Descriptivo productividad 2015 - 2016

		Estadístico
Productividad_2015	Media	,903
	Mediana	,900
	Varianza	,003
	Desviación estándar	,054
	Mínimo	,820
	Máximo	,980
	Rango	,160
Productividad_2016	Media	1,200
	Mediana	1,230
	Varianza	,0110
	Desviación estándar	,1035
	Mínimo	1,050
	Máximo	1,320
	Rango	,270

Anexo 34: Prueba de normalidad Productividad 2016

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Productividad_2016	,914	6	,462

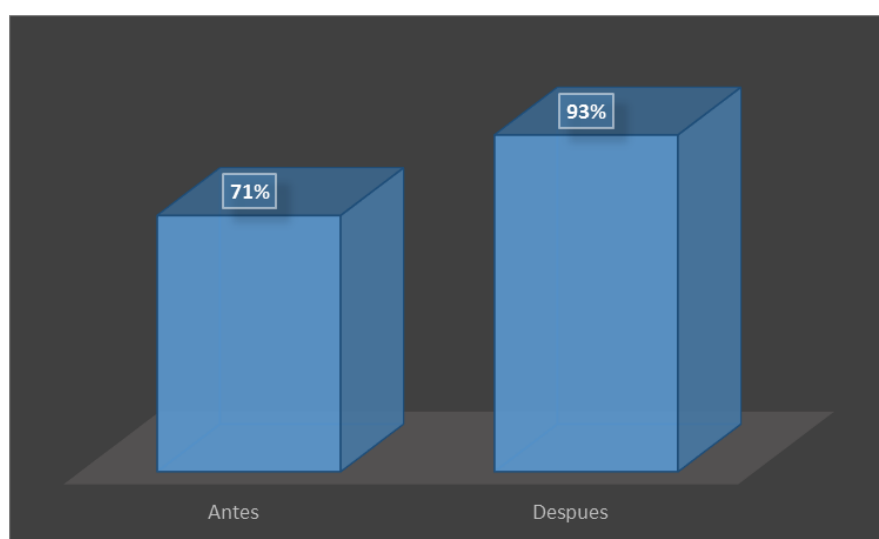
Anexo 35: Grafico Q-Q Productividad_2016



Anexo 37: Eficacia 2015 vs Eficacia 2016

Escenario	Meses	N° OF programadas	N° OF cerradas en fecha	Eficacia(N° OF cerradas en fecha/N°Ofprogramadas)	Media
<i>Antes de implementación</i>	Ene-15	43	30	70%	71%
	Feb-15	50	35	70%	
	Mar-15	44	32	73%	
	Abr-15	50	35	70%	
	May-15	48	34	71%	
	Jun-15	50	35	70%	
<i>Despues de implementación</i>	Ene-16	44	37	84%	93%
	Feb-16	48	42	88%	
	Mar-16	40	36	90%	
	Abr-16	58	55	95%	
	May-16	47	47	100%	
	Jun-16	49	49	100%	

Anexo 38: Evolución de la Eficacia



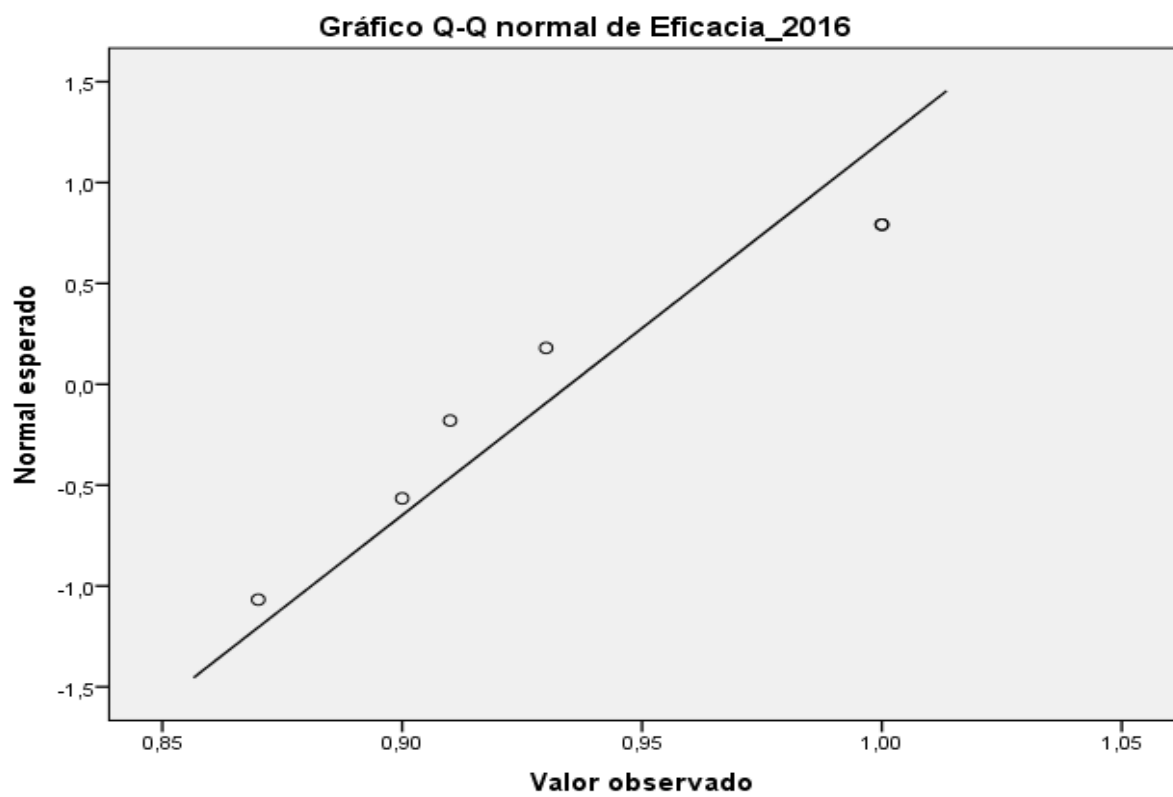
Anexo 39: Descriptivos de la eficacia 2015 - 2016

		Estadístico
Eficacia_2015	Media	,540
	Mediana	,520
	Varianza	,006
	Desviación estándar	,077
	Mínimo	,470
	Máximo	,670
	Rango	,200
Eficacia_2016	Media	,935
	Mediana	,920
	Varianza	,003
	Desviación estándar	,053
	Mínimo	,870
	Máximo	1,00
	Rango	,130

Anexo 40: Prueba de normalidad Eficacia_2016

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia_2016	,884	6	,289

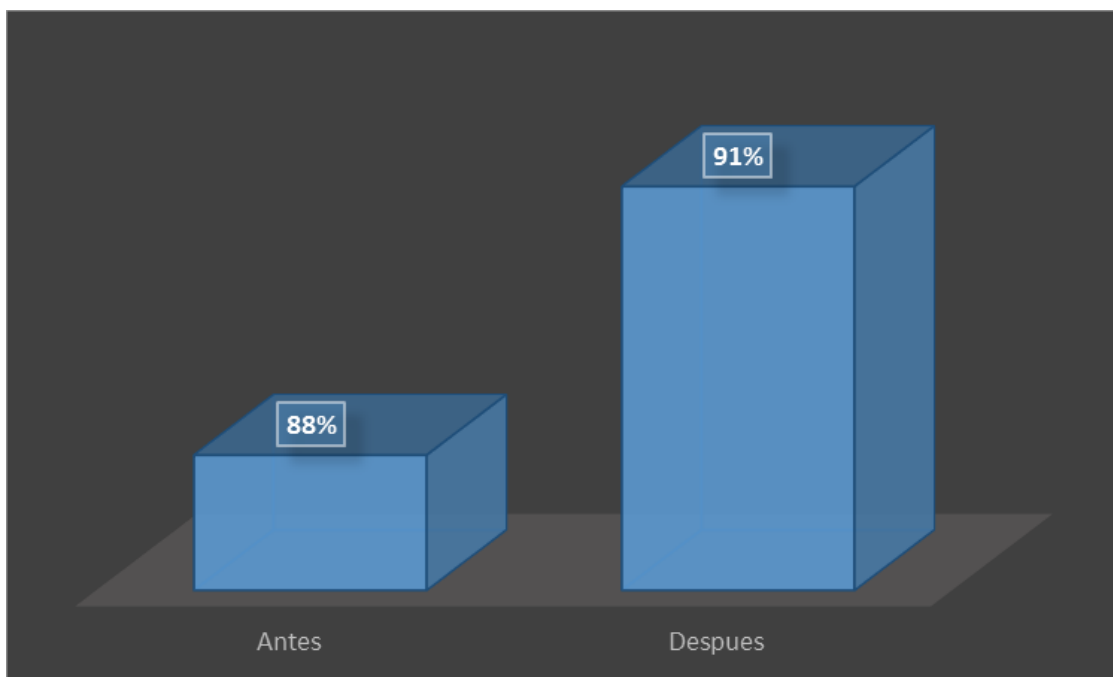
Anexo 41: Grafico Q-Q Eficacia_2016



Anexo 42: Eficiencia 2015 vs Eficiencia 2016

Escenario	Meses	Insumos programados	Insumos utilizados	Eficiencia (insumos programados/insumos utilizados)	Media
<i>Antes de implementación</i>	Ene-15	\$ 373,309	\$ 429,762	87%	88%
	Feb-15	\$ 439,447	\$ 484,336	91%	
	Mar-15	\$ 433,579	\$ 484,820	89%	
	Abr-15	\$ 417,752	\$ 496,417	84%	
	May-15	\$ 398,412	\$ 457,091	87%	
	Jun-15	\$ 474,824	\$ 538,353	88%	
<i>Despues de implementación</i>	Ene-16	\$ 454,894	\$ 519,328	88%	91%
	Feb-16	\$ 385,742	\$ 428,617	90%	
	Mar-16	\$ 397,952	\$ 437,975	91%	
	Abr-16	\$ 409,814	\$ 443,806	92%	
	May-16	\$ 403,236	\$ 432,102	93%	
	Jun-16	\$ 422,421	\$ 452,333	93%	

Anexo 43: Evolución de la Eficiencia



Anexo 44: Descripción de la eficiencia 2015 - 2016

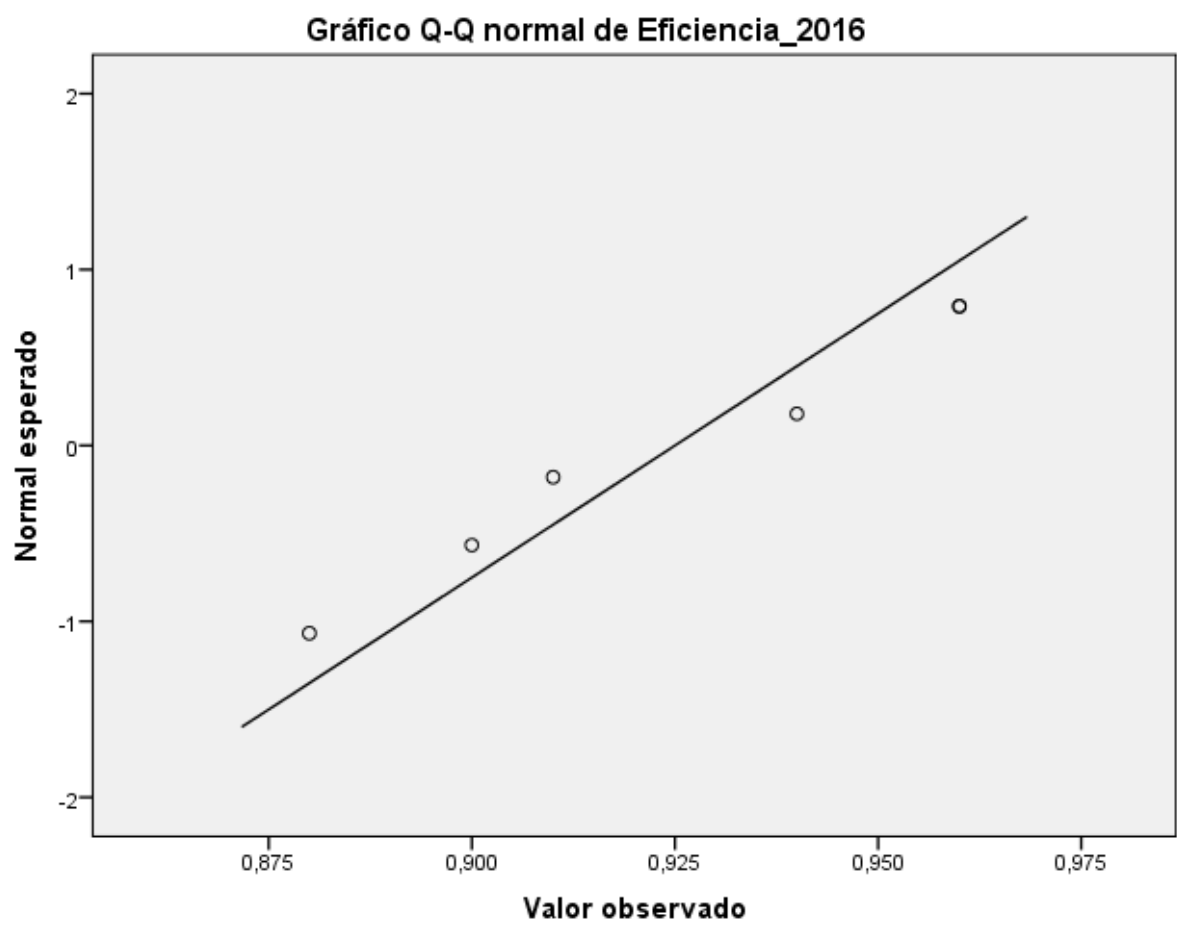
		Estadístico
Eficiencia_2015	Media	,8383
	Mediana	,8400
	Varianza	,000
	Desviación estándar	,01169
	Mínimo	,82
	Máximo	,85
	Rango	,03
Eficiencia_2016	Media	,9250
	Mediana	,9250
	Varianza	,001
	Desviación estándar	,03332
	Mínimo	,88
	Máximo	,96
	Rango	,08

Anexo 45: Prueba de normalidad Eficiencia_2016

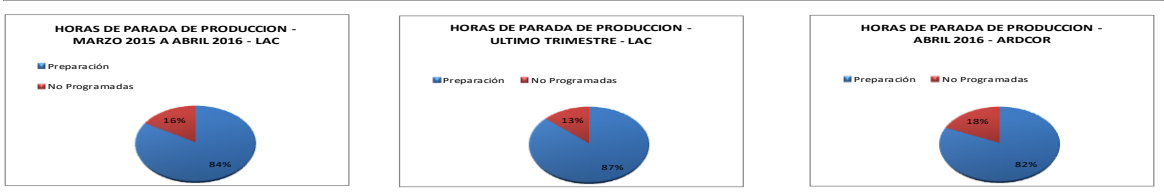
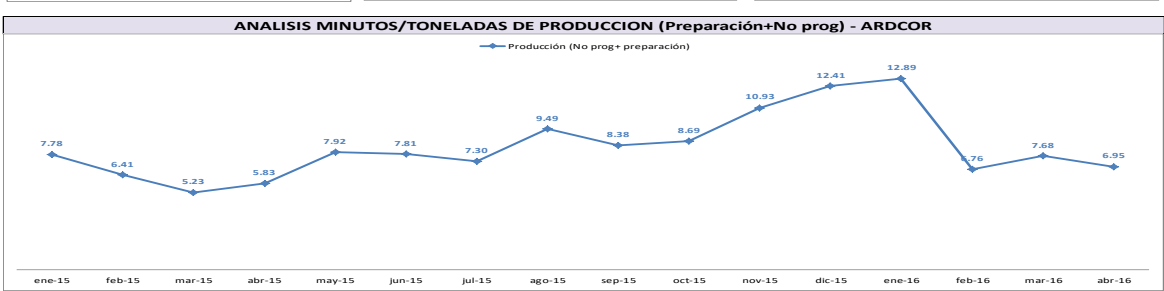
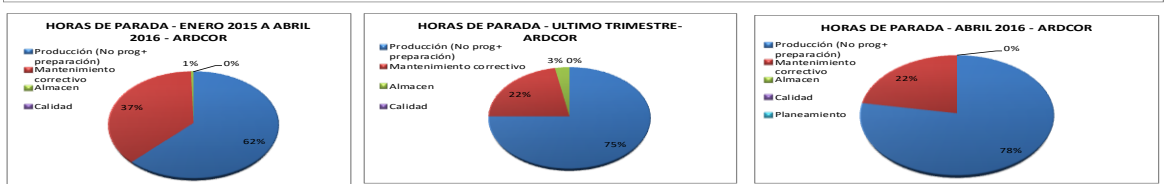
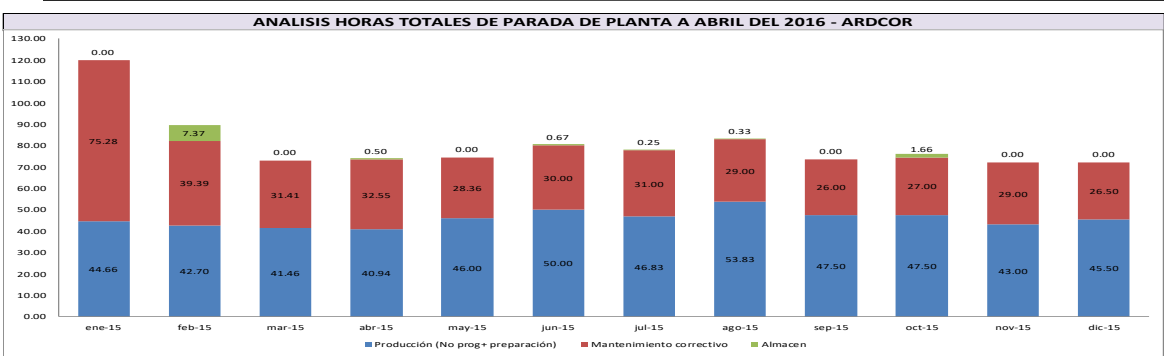
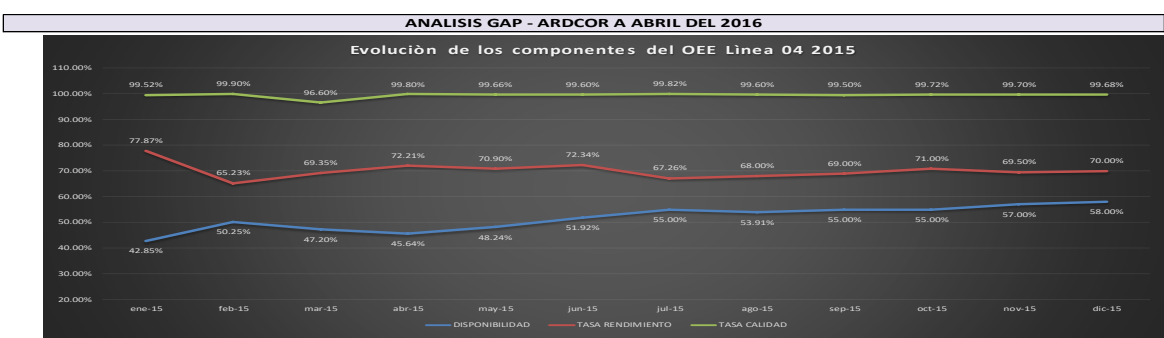
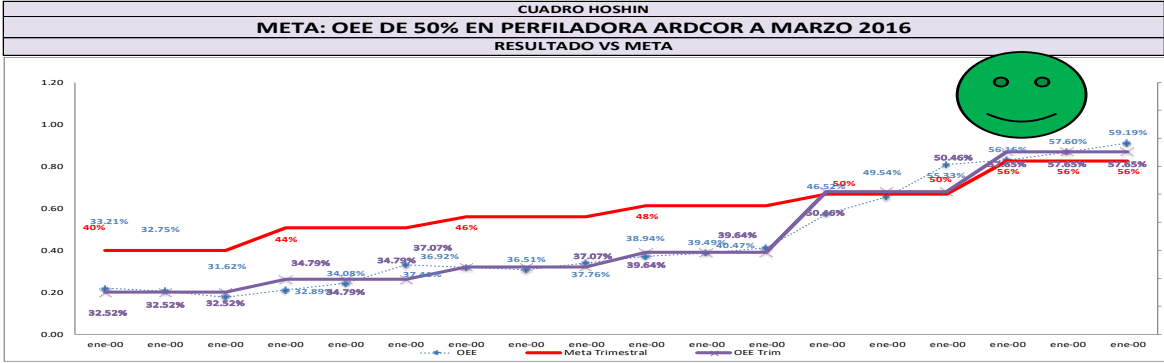
Pruebas de normalidad

Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia_2016	,906	6	,413

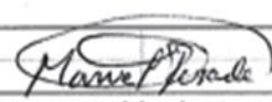
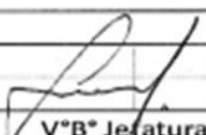

Anexo 46: Grafico Q-Q Eficiencia_2016



Anexo 47: Evolución del indicador OEE Anexo



Anexo 48: Formato de inspección de perfiladoras

TPM - PERFILADORAS DRYWALL			
PERFILADORA ARDCOR		Fecha: <u>12-Feb-2016</u> Operador: <u>Manuel Fernandez</u> Turno: <u>dia</u> Producto: <u>P. 89x38x0.45</u>	
LIMPIEZA			
DESCRIPCION	REALIZADO	OBSERVACION	
Rodillos formadores y rectificadores	<input checked="" type="checkbox"/>	Rodillos sup. en desgaste	
Tanque de refrigerante	<input checked="" type="checkbox"/>	nivel adecuado	
Debobinador	<input checked="" type="checkbox"/>	OK	
Troquelador	<input checked="" type="checkbox"/>	Se ajustaron pernos de fijación	
Faja recolector de chapas	<input checked="" type="checkbox"/>		
Cizalla	<input checked="" type="checkbox"/>	presunta fuga en piston	
Mesa nester	<input checked="" type="checkbox"/>	sensores en posición	
AJUSTES			
DESCRIPCION	REALIZADO	OBSERVACION	
Tuercas de estaciones (llave de garra N° 24)	<input checked="" type="checkbox"/>		
Pernos de fijación del troquel (llave exagonal N° 10)	<input checked="" type="checkbox"/>		
Pernos de fijación de la cizalla (llave exagonal N° 10)	<input checked="" type="checkbox"/>		
Sensores de la mesa nester (llave exagonal N° 6)	<input checked="" type="checkbox"/>		
LUBRICACION			
DESCRIPCION	REALIZADO	OBSERVACION	
Expansor del debobinador	<input checked="" type="checkbox"/>	Cambiar grasa	
Cajas reductoras en la perfiladora	<input checked="" type="checkbox"/>		
Puntos de engrase de cizalla	<input checked="" type="checkbox"/>		
Rodillos moleteadores	<input checked="" type="checkbox"/>		
INSPECCION			
DESCRIPCION	ESTADO		OBSERVACION
	BUENO	MALO	
Graseras del debobinador		<input checked="" type="checkbox"/>	
Nivel de aceite en cajas reductoras	<input checked="" type="checkbox"/>		
Presión de aire en debobinador (8 BAR)	<input checked="" type="checkbox"/>		
Nivel de refrigerante	<input checked="" type="checkbox"/>		
Nivel de aceite en sistema de troquelado	<input checked="" type="checkbox"/>		
Presión de aire en sistema de troquelado (12 BAR)	<input checked="" type="checkbox"/>		
Sensores de mesa nester	<input checked="" type="checkbox"/>		
INSPECCION			
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  Responsable de Turno </div> <div style="text-align: center;">  V°B° Jeratura </div> <div style="text-align: center;">  Mantenimiento </div> </div>			

Anexo 49: Diagrama de análisis del proceso

Antes

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO: OPERACIÓN() MATERIAL() EQUIPOS()											
NOMBRE DEL PROCESO ANALIZADO: CAMBIO DE FORMATO (SET UP)									Dueño del proceso	OPERADOR DE MAQUINA	
FECHA: FEBRERO 2015											
HORA INICIO:									HORA FINAL:		
			Proc	P/I	Insp	Trans	Alm	Dem			
1	ACTIVIDAD	QUEN	○	□	□	□	▽	◇	TIEMPO ESTIMADO (Min)	DISTANCIA (Mts)	VARIABLES CRITICAS OBSERVADAS
1	RECEPCIONAR LA ORDEN DE FABRICACION	Operador de máquina	x						0		
2	Retirar tuercas y pernos de fijación en chumaceras	Operador y ayudantes	x						40		Falta de herramientas, llaves tipo garra
3	Elevar eje superior y Retirar chumaceras	Operador y ayudantes	x						180		Sistema de elevación averiada. Bocinas pegadas al eje por falta de lubricación, deben golpear las chumaceras (17) para retirarlas
4	Desmontaje de rodillos	Operador y ayudantes	x						60		la altura del eje superior es insuficiente, se tiene que elevar lo faltante manualmente
5	Traslado de rodillos salientes y entrantes	Operador y ayudantes						x	50	10	Amario alejado de perfiladora
6	Revisar rodillos antes del montaje	Operador y ayudantes				x			20		Verificación del herramienta
7	Limpieza de ejes y Montaje de rodillos	Operador y ayudantes			x				60		Ejes con juego axial, no se hace MP
8	Cierre de estaciones, (montaje de chumaceras)	Operador y ayudantes	x						40		Bocinas de ajuste y rodamientos con desgaste
9	Calibración por tipo de espesor	Operador y ayudantes		x					30		Sistema de elevación con averías.
10	Cambio de troqueles y cuchillas en guillotina	Operador y ayudantes		x					60		No se tiene control sobre herramienta, no se sabe si lo tienen en planta.
11	Verificación de insumos y solicita entrega por parte de almacén	Operador		x					30	20	Revisar agenda medica para ver disponibilidad
12	Paso del fleje por máquina y calibración del producto	Operador y ayudantes		x					40	12	Nose tiene estandarizado los parametros de control en el PLC
13	Inicia producción según solicitud de OF	Operador y ayudantes	x						0		
		TOTAL	6	5	1	1	0	0	610	42	

Después

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO: OPERACIÓN() MATERIAL() EQUIPOS()												
NOMBRE DEL PROCESO ANALIZADO: CAMBIO DE FORMATO (SET UP)								Dueño del proceso		OPERADOR DE MAQUINA		
FECHA: FEBRERO 2015												
HORA INICIO:								HORA FINAL:				
				Proc	P/I	Insp	Trans	Alm	Dem			
1	ACTIVIDAD	QUEN	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	TIEMPO ESTIMADO (Min)	DISTANCIA (Mts)	MEJORAS APLICADAS
1	RECEPCIONAR LA ORDEN DE FABRICACION	Operador de máquina	x							0		Paralelamente se le entrega una OF al personal de almacén para el abastecimiento de todos los insumos
2	Retirar tuercas y pernos de fijación en chumaceras	Operador y ayudantes	x							5		Se implemento taladros neumaticos y dados con medidas de tuercas, ademas de ratchet para el retiro de pernos
3	Elevar eje superior y Retirar chumaceras	Operador y ayudantes	x							35		Se reparo sistema de elevación de ejes, y se repararon elementos de lubricación en chumaceras
4	Desmontaje de rodillos	Operador y ayudantes		x						30		Se definieron alturas optimas en ejes superior para la salida de los rodillos, se implemento control de herramienta.
5	Traslado de rodillos salientes y entrantes	Operador y ayudantes						x		10	2	Se aproximo amario a la linea, ademas de implementar un carro para el traslado en bloque
6	Revisar rodillos antes del montaje	Operador y ayudantes								0		El tiempo se llevo a cero con la implementación del control de herramienta
7	Limpieza de ejes y Montaje de rodillos	Operador y ayudantes		x						10		Los ejes ya no presenta oxidación por la implementación del Mantenimiento autonomo
8	Cierre de estaciones, (montaje de chumaceras)	Operador y ayudantes	x							30		Se cambiaron bocinas y rodamientos con desgaste
9	Calibración por tipo de espesor	Operador y ayudantes		x						0		Se tienen parametros identificados por tipo de espesor
10	Cambio de troqueles y cuchillas en guillotina	Operador y ayudantes		x						15		Se estandarizaron pernos de fijación y control de herramienta
11	Verificación de insumos y solicita entrega por parte de almacén	Operador								0	0	insumos en zona de trabajo, verificado por el supervisor del área
12	Paso del fleje por máquina y calibración del producto	Operador y ayudantes		x						15	12	Nose tiene estandarizado los parametros de control en el PLC
13	Inicia producción según solicitud de OF	Operador y ayudantes	x							0		
		TOTAL	5	4	0	1	0	0		150	14	

Anexo 50: Reporte de paradas no programadas

OF	MAQUINA	TURNO	FECHA PRODUCCIÓN	CANT. PROG.	FECHA TERMINO RE	N° PERSONAS PARADA	INICIO PARA	FIN PARA	CLASIFICACIÓN PARADA	HORAS PARA	HH PARA	AREA	DETALLE DE LA CLASIFICACIÓN
1186009	LINEA 1	DIA	28/03/2016	21000.000	28/03/2016	4	8:55	9:15	IMP1	0.333	1.333	Mantenimiento Correctivo	Falla de impresora
1185516	LINEA 2	DIA	28/03/2016	12800.000	28/03/2016	2	7:00	8:25	ALM2	1.417	2.833	Almacén	Falta espacio para PT
1185516	LINEA 2	TARDE	26/03/2016	12800.000	26/03/2016	2	16:00	16:30	ALM2	0.500	1.000	Almacén	Falta espacio para PT
1185516	LINEA 2	TARDE	26/03/2016	12800.000	26/03/2016	2	22:20	23:00	ALM2	0.667	1.333	Almacén	Falta espacio para PT
1185516	LINEA 2	NOCHE	23/03/2016	12800.000	23/03/2016	2	23:25	23:35	IMP1	0.167	0.333	Mantenimiento Correctivo	Falla de impresora
1185513	LINEA 2	TARDE	19/03/2016	21000.000	19/03/2016	2	18:15	19:00	ALM1	0.750	1.500	Almacén	Demora abastecimiento de MP
1185513	LINEA 2	TARDE	19/03/2016	21000.000	19/03/2016	2	21:00	21:10	IMP1	0.167	0.333	Mantenimiento Correctivo	Falla de impresora
1185513	LINEA 2	DIA	18/03/2016	21000.000	18/03/2016	2	7:00	7:05	IMP1	0.083	0.167	Mantenimiento Correctivo	Falla de impresora
1185514	LINEA 2	NOCHE	21/03/2016	17200.000	21/03/2016	2	23:00	23:05	IMP1	0.083	0.167	Mantenimiento Correctivo	Falla de impresora
1185528	LINEA 4	DIA	28/03/2016	18000.000	28/03/2016	2	9:20	10:00	ME14	0.667	1.333	Mantenimiento Correctivo	Rotura de la cadena de motor de lawspalas
1185528	LINEA 4	DIA	26/03/2016	18000.000	26/03/2016	2	13:00	15:00	ALM1	2.000	4.000	Almacén	Demora abastecimiento de MP
1185528	LINEA 4	DIA	23/03/2016	18000.000	23/03/2016	2	8:50	9:02	MN09	0.200	0.400	Mantenimiento Correctivo	Falla en sensores de presencia
1185528	LINEA 4	DIA	23/03/2016	18000.000	23/03/2016	2	14:40	15:45	PR14	1.083	2.167	Producción	Calibración de rodillos
1185506	LINEA 1	NOCHE	21/03/2016	21000.000	21/03/2016	2	11:00	11:10	MD06	0.167	0.333	Mantenimiento Correctivo	Falla mecanica
1185506	LINEA 1	DIA	19/03/2016	21000.000	19/03/2016	4	10:10	10:30	IMP1	0.333	1.333	Mantenimiento Correctivo	Falla de impresora
1185506	LINEA 1	DIA	19/03/2016	21000.000	19/03/2016	4	14:10	14:40	MP12	0.500	2.000	Mantenimiento Correctivo	Ajuste de tuercas que se aflojan en proceso
1185506	LINEA 1	DIA	18/03/2016	21000.000	18/03/2016	4	13:30	14:00	MT28	0.500	2.000	Mantenimiento Correctivo	Falla en servo motor del carro de corte
1185506	LINEA 1	DIA	16/03/2016	21000.000	16/03/2016	4	15:10	15:30	MT28	0.333	1.333	Mantenimiento Correctivo	Falla en servo motor del carro de corte
1185527	LINEA 4	DIA	21/03/2016	30000.000	21/03/2016	2	13:15	13:45	PR02	0.500	1.000	Producción	Inspección de rodillos moleteadores
1185527	LINEA 4	DIA	19/03/2016	30000.000	19/03/2016	2	10:30	11:30	MT30	1.000	2.000	Mantenimiento Correctivo	Falla en matriz de troquelado
1185527	LINEA 4	DIA	19/03/2016	30000.000	19/03/2016	2	13:10	13:20	PR02	0.167	0.333	Producción	Inspección de rodillos moleteadores
1185524	LINEA 4	DIA	14/03/2016	30000.000	14/03/2016	2	8:00	8:30	MN08	0.500	1.000	Mantenimiento Correctivo	Falla en el bloque tijera volteadora de parantes
1185524	LINEA 4	DIA	14/03/2016	30000.000	14/03/2016	2	10:00	10:10	MN09	0.167	0.333	Mantenimiento Correctivo	Falla en sensores de presencia
1185524	LINEA 4	DIA	12/03/2016	30000.000	12/03/2016	2	9:30	9:45	MT04	0.250	0.500	Mantenimiento Correctivo	Falla en matriz de corte (pernos rotos)
1185524	LINEA 4	DIA	11/03/2016	30000.000	11/03/2016	2	9:15	9:30	MN09	0.250	0.500	Mantenimiento Correctivo	Falla en sensores de presencia
1185524	LINEA 4	DIA	10/03/2016	30000.000	10/03/2016	2	12:15	13:15	PTR1	1.000	2.000	Mantenimiento Preventivo	Pruebas de matriz de troquelado
1185525	LINEA 4	DIA	16/03/2016	23000.000	16/03/2016	2	7:20	9:00	MT16	1.667	3.333	Mantenimiento Correctivo	Fallas en sensor y deflector de etiquetadora
1185525	LINEA 4	DIA	16/03/2016	23000.000	16/03/2016	2	13:15	13:25	PR16	0.167	0.333	Producción	Limpieza de rodillos formadores
1185518	LINEA 3	DIA	11/03/2016	21000.000	11/03/2016	2	13:30	14:00	PR01	0.500	1.000	Producción	Cambio de fleje por problemas de calidad
1185518	LINEA 3	DIA	10/03/2016	21000.000	10/03/2016	2	14:00	14:30	CAL1	0.500	1.000	Calidad	Verificación de material por parte de Calidad
1185518	LINEA 3	DIA	9/03/2016	21000.000	9/03/2016	2	10:00	10:30	PR01	0.500	1.000	Producción	Cambio de fleje por problemas de calidad
1185518	LINEA 3	DIA	9/03/2016	21000.000	9/03/2016	2	17:20	18:00	ALM1	0.667	1.333	Almacén	Demora abastecimiento de MP
1185518	LINEA 3	DIA	7/03/2016	21000.000	7/03/2016	2	8:50	9:10	PR01	0.333	0.667	Producción	Cambio de fleje por problemas de calidad
1185518	LINEA 3	DIA	7/03/2016	21000.000	7/03/2016	2	9:30	15:00	ALM4	5.500	11.000	Almacén	Demora abastecimiento de consumibles
1185518	LINEA 3	DIA	5/03/2016	21000.000	5/03/2016	2	10:00	10:25	PR01	0.417	0.833	Producción	Cambio de fleje por problemas de calidad
1185518	LINEA 3	DIA	4/03/2016	21000.000	4/03/2016	2	12:15	12:35	PR01	0.333	0.667	Producción	Cambio de fleje por problemas de calidad
1185518	LINEA 3	DIA	4/03/2016	21000.000	4/03/2016	2	13:10	14:00	PR01	0.833	1.667	Producción	Cambio de fleje por problemas de calidad
1185519	LINEA 3	DIA	18/03/2016	21000.000	18/03/2016	2	7:15	7:40	IMP1	0.417	0.833	Mantenimiento Correctivo	Falla de impresora
1185519	LINEA 3	DIA	17/03/2016	21000.000	17/03/2016	2	8:40	9:15	S502	0.583	1.167	Falta de demanda (SIN OF)	5's - Tareas específicas: pintado, soldadura, lavar,
1185519	LINEA 3	DIA	17/03/2016	21000.000	17/03/2016	2	13:40	14:00	PR01	0.333	0.667	Producción	Cambio de fleje por problemas de calidad
1185519	LINEA 3	DIA	16/03/2016	21000.000	16/03/2016	2	14:45	15:45	ALM1	1.000	2.000	Almacén	Demora abastecimiento de MP
1185519	LINEA 3	DIA	15/03/2016	21000.000	15/03/2016	2	9:00	9:30	ALM1	0.500	1.000	Almacén	Demora abastecimiento de MP
1185519	LINEA 3	DIA	14/03/2016	21000.000	14/03/2016	2	7:15	7:30	ALM2	0.250	0.500	Almacén	Falta espacio para PT
1185519	LINEA 3	DIA	14/03/2016	21000.000	14/03/2016	2	13:00	13:30	PR01	0.500	1.000	Producción	Cambio de fleje por problemas de calidad
1185505	LINEA 1	DIA	14/03/2016	21000.000	14/03/2016	2	9:20	9:50	MT05	0.500	1.000	Mantenimiento Correctivo	Falta de matriz de corte
1185505	LINEA 1	DIA	14/03/2016	21000.000	14/03/2016	2	14:20	14:40	IMP1	0.333	0.667	Mantenimiento Correctivo	Falla de impresora
1185505	LINEA 1	TARDE	12/03/2016	21000.000	12/03/2016	2	17:25	17:55	ALM2	0.500	1.000	Almacén	Falta espacio para PT
1185505	LINEA 1	TARDE	12/03/2016	21000.000	12/03/2016	2	22:10	23:00	ALM2	0.833	1.667	Almacén	Falta espacio para PT
1185505	LINEA 1	DIA	12/03/2016	21000.000	12/03/2016	3	14:50	15:00	ME13	0.167	0.500	Mantenimiento Correctivo	Rotura de piñon
1185505	LINEA 1	DIA	10/03/2016	21000.000	10/03/2016	4	14:15	15:10	PCP1	0.917	3.667	Planificación	No hay OF/OV/NC
1185512	LINEA 2	DIA	16/03/2016	21000.000	16/03/2016	2	13:10	13:30	MT15	0.333	0.667	Mantenimiento Correctivo	Fallas en etiquetadora
1185512	LINEA 2	DIA	15/03/2016	21000.000	15/03/2016	2	9:25	9:40	MT15	0.250	0.500	Mantenimiento Correctivo	Fallas en etiquetadora
1185512	LINEA 2	DIA	15/03/2016	21000.000	15/03/2016	2	14:05	14:20	MD03	0.250	0.500	Mantenimiento Correctivo	Falla en cabezal (1 - 2) del debobinador
1185512	LINEA 2	NOCHE	14/03/2016	21000.000	14/03/2016	2	2:50	3:50	MT25	1.000	2.000	Mantenimiento Correctivo	Falla en servo motor de prensa
1185525	LINEA 4	DIA	15/03/2016	23000.000	15/03/2016	2	10:45	10:55	PR16	0.167	0.333	Producción	Limpieza de rodillos formadores
1185525	LINEA 4	DIA	14/03/2016	23000.000	14/03/2016	2	14:40	14:55	PR16	0.250	0.500	Producción	Limpieza de rodillos formadores
1185515	LINEA 2	DIA	13/03/2016	4700.000	13/03/2016	2	7:50	10:30	MT05	2.667	5.333	Mantenimiento Correctivo	Falta de matriz de corte
1185515	LINEA 2	DIA	13/03/2016	4700.000	13/03/2016	2	11:20	11:30	MD03	0.167	0.333	Mantenimiento Correctivo	Falla en cabezal (1 - 2) del debobinador
1185515	LINEA 2	TARDE	12/03/2016	4700.000	12/03/2016	2	19:05	20:35	ALM2	1.500	3.000	Almacén	Falta espacio para PT
1185515	LINEA 2	TARDE	12/03/2016	4700.000	12/03/2016	2	21:00	21:30	MT05	0.500	1.000	Mantenimiento Correctivo	Falta de matriz de corte
1185515	LINEA 2	DIA	12/03/2016	4700.000	12/03/2016	2	14:00	14:10	MT05	0.167	0.333	Mantenimiento Correctivo	Falta de matriz de corte
1186008	LINEA 2	DIA	12/03/2016	3000.000	12/03/2016	2	7:00	8:40	PR02	1.667	3.333	Producción	Inspección de rodillos moleteadores
1186008	LINEA 2	NOCHE	11/03/2016	3000.000	11/03/2016	2	2:15	2:30	IMP1	0.250	0.500	Mantenimiento Correctivo	Falla de impresora
1185504	LINEA 1	DIA	9/03/2016	21000.000	9/03/2016	4	7:10	7:30	PRD02	0.333	1.333	Producción	Cambio de fleje
1185504	LINEA 1	NOCHE	8/03/2016	21000.000	8/03/2016	2	23:00	23:59	PRD02	0.983	1.967	Producción	Cambio de fleje
1185504	LINEA 1	DIA	8/03/2016	21000.000	8/03/2016	2	15:40	15:45	S501	0.083	0.167	5'S Diaria Programado	Orden y Limpieza
1185504	LINEA 1	NOCHE	7/03/2016	21000.000	7/03/2016	2	3:50	4:10	ALM2	0.333	0.667	Almacén	Falta espacio para PT
1185504	LINEA 1	DIA	7/03/2016	21000.000	7/03/2016	4	11:10	11:30	PCP1	0.333	1.333	Planificación	No hay OF/OV/NC

Anexo 51: Informe de producción

REPORTE DE PRODUCCIÓN

[illegible]